

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-50597

(43) 公開日 平成9年(1997)2月18日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 8 G 1/09			G 0 8 G 1/09	V
B 6 0 K 28/06			B 6 0 K 28/06	Z
		31/00	31/00	Z
		41/28	41/28	
B 6 0 T 7/12			B 6 0 T 7/12	F
審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 28 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平7-203298

(22) 出願日 平成7年(1995)8月9日

(71) 出願人 000006286

三菱自動車工業株式会社

東京都港区芝五丁目33番8号

(72) 発明者 早松 一弥

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内

(72) 発明者 吉田 裕明

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内

(72) 発明者 ケネス ヨシオカ

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内

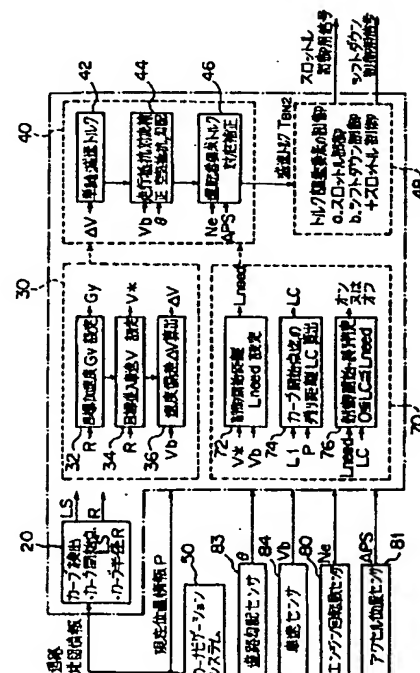
(74) 代理人 弁理士 真田 有

(54) 【発明の名称】 自動車の前方道路状況対応制御装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、カーブへの進入時に車両が所要の車速で進入するように駆動トルクを制御するために用いて好適の自動車の前方道路状況対応制御装置に関し、車両のカーブ進入時に適切な車速となるように制御するなど車両が前方の道路状況に応じた車速状態となるように制御をできるようにするものである。

【解決手段】 予め記憶された道路情報から得られる車両の前方の道路状況に対応して該車両の目標車速を設定する目標車速設定手段30と、車速検出手段84と、実車速Vbを目標車速V*に近づけるために必要な車両の駆動トルクの調整量TBN2を設定するトルク調整量設定手段40と、トルク調整量設定手段40で設定された駆動トルク調整量TBN2に基づいて車両のトルク調整要素を制御する制御手段48とから構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 予め記憶された道路情報から得られる車両の前方の道路状況に対応して該車両の目標車速を設定する目標車速設定手段と、

該車両の実車速を検出する車速検出手段と、

該目標車速設定手段で設定された目標車速と該車速検出手段で検出された実車速とに基づいて、該実車速を該目標車速に近づけるために必要な該車両の駆動トルクの調整量を設定するトルク調整量設定手段と、

該トルク調整量設定手段で設定された駆動トルク調整量に基づいて該車両のトルク調整要素を制御する制御手段とから構成されていることを特徴とする、自動車の前方道路状況対応制御装置。

【請求項 2】 予め記憶された道路情報から該車両の前方の道路中のカーブを検出するカーブ検出手段をそなえ、

該目標車速設定手段が、該カーブ検出手段からの検出情報に基づいて検出したカーブに進入する際に許容しうる上限車速として該車両の目標進入車速を設定するように構成され、

該トルク調整量設定手段が、該目標車速設定手段で設定された目標進入車速と該車速検出手段で検出された実車速とに基づいて、該実車速が該目標進入車速よりも大きいと該実車速を該目標進入車速に近づけるために必要な該車両の目標とする減速トルクを設定する減速トルク設定手段として構成されていることを特徴とする、請求項 1 記載の自動車の前方道路状況対応制御装置。

【請求項 3】 該車両の走行抵抗に抗して該車両が定速走行するのに必要な定速走行トルクを算出する定速走行トルク算出手段をそなえ、

該減速トルク設定手段が、

該目標進入車速と該実車速とに基づいて該車両が該目標進入車速まで減速するのに要する単純減速トルクを設定する単純減速トルク設定手段と、

該単純減速トルクを該定速走行トルク算出手段で算出された該定速走行トルクで補正する走行抵抗対応補正手段とをそなえていることを特徴とする、請求項 2 記載の自動車の前方道路状況対応制御装置。

【請求項 4】 該減速トルク設定手段が、該車両の減速度が所定範囲内に収まるように該減速トルクを設定するように構成されていることを特徴とする、請求項 3 記載の自動車の前方道路状況対応制御装置。

【請求項 5】 該定速走行トルク算出手段が、

該車両が車速に応じて受ける空気抵抗と、該車両が走行する路面の勾配及び該車両の重量に応じて受ける重量勾配抵抗とに応じて、該定速走行トルクを算出するように構成されていることを特徴とする、請求項 3 記載の自動車の前方道路状況対応制御装置。

【請求項 6】 該車両に対する運転者の要求トルクを推定する運転者要求トルク推定手段をそなえ、

該減速トルク設定手段が、

該減速トルクを該運転者要求トルク推定手段で推定された運転者要求トルクにより補正する運転者要求トルク対応補正手段をそなえていることを特徴とする、請求項 3 又は 5 記載の自動車の前方道路状況対応制御装置。

【請求項 7】 該運転者要求トルク対応補正手段が、該単純減速トルク設定手段で設定された該走行抵抗対応補正手段で補正された減速トルクと、該運転者要求トルク推定手段で推定された運転者要求トルクとを、予め設定された割合による加重平均することで該運転者要求トルクによる補正を行なうように構成されていることを特徴とする、請求項 6 記載の自動車の前方道路状況対応制御装置。

【請求項 8】 該運転者要求トルク対応補正手段が、該車両を加速制御しない範囲で該運転者要求トルクによる補正を行なうように構成されていることを特徴とする、請求項 6 又は 7 記載の自動車の前方道路状況対応制御装置。

【請求項 9】 該運転者要求トルク推定手段が、該車両のエンジン出力に対する運転者の操作状態と該エンジンの回転数とに基づいて該運転者要求トルクを推定するように構成されていることを特徴とする、請求項 6～8 のいずれかに記載の自動車の前方道路状況対応制御装置。

【請求項 10】 該車両の前方の道路に存在するカーブの半径に基づいて該カーブを走行する際の該車両の目標横加速度を設定する目標横加速度設定手段をそなえ、該目標車速設定手段が、該目標横加速度設定手段で該目標横加速度と該カーブ半径とに基づいて該目標進入車速を設定するように構成されていることを特徴とする、請求項 2～9 のいずれかに記載の自動車の前方道路状況対応制御装置。

【請求項 11】 該目標横加速度設定手段が、該カーブ半径が大きくなるほど該目標横加速度が小さくなるように該カーブ半径に対して該目標横加速度を設定するように構成されていることを特徴とする、請求項 10 記載の自動車の前方道路状況対応制御装置。

【請求項 12】 該トルク調整要素が、該車両のエンジンの出力を調整する出力調整手段、該エンジンの自動変速機をシフトダウンする変速段切替手段、及び該車両のブレーキを自動制御する自動ブレーキ手段のうちのいずれかにより構成されていることを特徴とする、請求項 2～11 のいずれかに記載の自動車の前方道路状況対応制御装置。

【請求項 13】 該トルク調整要素が、該出力調整手段及び該変速段切替手段により構成されて、該制御手段が、該減速トルクが予め設定された小トルク領域にある場合には該出力調整手段のみを制御し、該減速トルクが予め設定された大トルク領域にある場合には該出力調整手段及び該変速段切替手段の両方を制御するように構成されていることを特徴とする、請求項 12 記

載の自動車の前方道路状況対応制御装置。

【請求項14】 該トルク調整要素が、該出力調整手段、該変速段切替手段、及び該自動ブレーキ手段により構成されて、

該制御手段が、該減速トルクが予め設定された小トルク領域にある場合には該出力調整手段のみを制御し、該減速トルクが予め設定された中トルク領域にある場合には該出力調整手段及び該変速段切替手段の両方を制御し、該減速トルクが予め設定された大トルク領域にある場合には該自動ブレーキ手段を制御するように構成されていることを特徴とする、請求項13記載の自動車の前方道路状況対応制御装置。

【請求項15】 該制御手段が、該カーブの開始点に対して所要距離まで接近した地点を制御開始点としてこの制御開始点で該トルク調整要素の制御を開始するとともに該カーブ開始点に達したときに該トルク調整要素の制御を完了するように構成されていることを特徴とする、請求項2、12、13、14のいずれかに記載の自動車の前方道路状況対応制御装置。

【請求項16】 該制御手段による該トルク調整要素の制御が、予め設定された一定の時間だけ行なわれるように構成されていることを特徴とする、請求項15記載の自動車の前方道路状況対応制御装置。

【請求項17】 該カーブ検出手段が、該車両に搭載されたナビゲーションシステムに記憶された道路情報から該道路中の該カーブを検出するように構成されていることを特徴とする、請求項2記載の自動車の前方道路状況対応制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車の前方の道路状況を予め検出してこの道路状況に応じて車両の駆動トルクを制御して車速制御を行なう装置に関し、特に、カーブへの進入時に車両が所要の車速で進入するように駆動トルクを制御するために用いて好適の、自動車の前方道路状況対応制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば自動車がカーブ路（以下、カーブという）を走行する場合に、車両がカーブを曲がり切るためには、カーブの曲率に対して過大な車両速度にならないように運転者が車両の速度調整を行なう必要がある。ところで、このような自動車のカーブ走行に際して、過大な走行速度にならないように車両の速度を制御する、トラクションコントロール装置が開発されている。この装置では、車速及びハンドル角から車両の横加速度を推定し、横加速度が大き過ぎる場合にはエンジン出力を抑えて車両の速度を制限するのである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、車両がカーブにさしかかった際に運転者が実際に行なう減速操作

は、カーブに進入してからではなく、カーブに進入する直前に前もって行なうものである。つまり、運転者はこのカーブを認識すると予め車両を減速させてからカーブに進入するのが最も望ましい。

【0004】しかしながら、トラクションコントロール装置が機能するのは、走行中にハンドルを切った場合、つまり、車両が実際にカーブを走行している場合であり、カーブ進入前に制御を行なうわけではない。このため、トラクションコントロール装置によるカーブ走行時の制御では、運転者に違和感を与えることがあり、また、最適なカーブ走行制御を実現しうるものではない。

【0005】そこで、車両がカーブに進入する前にこれを検出することが必要になるが、このような車両の前方の道路状況を検出する手段としては、例えばナビゲーションシステムから道路地図情報の利用が考えられる。例えば特公平6-58141号公報には、ナビゲーションシステムから得られる車両の現在位置に応じて変速機を制御する技術が開示されているが、この技術は、特に車両の前方の道路状況を検出しながら予め車両の走行を制御するものではない。

【0006】また、特開平4-75200号公報には、ナビゲーションシステムから得られる道路地図情報に車速に対して警告を発する領域を設定して、車両がこの警告領域に入ると車速が過大である場合に警告を発する技術が開示されているが、この技術も、特に車両の走行を所要領域に入る前に予め行なうものではない。特開平4-15799号公報には、ナビゲーションシステムから得られる車両の前方の道路状況に基づいて車両の機関のスロットル開度や変速段の切替をフィードフォワード制御する技術が開示されている。さらに、特開平4-236699号公報には、ナビゲーションシステムから得られる車両の前方の道路状況に基づいて車両がカーブに進入する前に車速を制御したりその旨を告知したりする技術が開示されている。

【0007】このような従来技術を利用することで、車両の前方の道路中のカーブの存在を検出することが可能となるが、このようなカーブの検出情報に基づいて、例えば車両がカーブに近づいたとき車速が高過ぎれば何らかの手段で減速を行なう必要がある。もちろん、運転者が適切な減速操作を行なうことが最も好ましいが、運転者が適切な減速操作を行わない場合には、運転者へ所要の警告を発することが考えられるが、さらには、運転者の操作に頼らずに、所要条件下で適切な減速操作を自動的に行なうようにすることも考えられる。

【0008】本発明は、上述の課題に鑑み創案されたもので、車両がカーブに進入しようとする場合に車速が適切な進入車速となるようにするなど車両が前方の道路状況に応じた車速状態となるように制御をできるようにした、自動車の前方道路状況対応制御装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】このため、請求項1記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置は、予め記憶された道路情報から得られる車両の前方の道路状況に対応して該車両の目標車速を設定する目標車速設定手段と、該車両の実車速を検出する車速検出手段と、該目標車速設定手段で設定された目標車速と該車速検出手段で検出された実車速とに基づいて、該実車速を該目標車速に近づけるために必要な該車両の駆動トルクの調整量を設定するトルク調整量設定手段と、該トルク調整量設定手段で設定された駆動トルク調整量に基づいて該車両のトルク調整要素を制御する制御手段とから構成されていることを特徴としている。

【0010】請求項2記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置は、請求項1記載の構成において、予め記憶された道路情報から該車両の前方の道路中のカーブを検出するカーブ検出手段をそなえ、該目標車速設定手段が、該カーブ検出手段からの検出情報に基づいて検出したカーブに進入する際に許容しうる上限車速として該車両の目標進入車速を設定するように構成され、該トルク調整量設定手段が、該目標車速設定手段で設定された目標進入車速と該車速検出手段で検出された実車速とに基づいて、該実車速が該目標進入車速よりも大きいと該実車速を該目標進入車速に近づけるために必要な該車両の目標とする減速トルクを設定する減速トルク設定手段として構成されていることを特徴としている。

【0011】請求項3記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置は、請求項2記載の構成において、該車両の走行抵抗に抗して該車両が定速走行するのに必要な定速走行トルクを算出する定速走行トルク算出手段をそなえ、該減速トルク設定手段が、該目標進入車速と該実車速とに基づいて該車両が該目標進入車速まで減速するのに要する単純減速トルクを設定する単純減速トルク設定手段と、該単純減速トルクを該定速走行トルク算出手段で算出された該定速走行トルクで補正する走行抵抗対応補正手段とをそなえていることを特徴としている。

【0012】請求項4記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置は、請求項3記載の構成において、該減速トルク設定手段が、該車両の減速度が所定範囲内に収まるように該減速トルクを設定するように構成されていることを特徴としている。請求項5記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置は、請求項3記載の構成において、該定速走行トルク算出手段が、該車両が車速に応じて受ける空気抵抗と、該車両が走行する路面の勾配及び該車両の重量に応じて受ける重量勾配抵抗とに応じて、該定速走行トルクを算出するように構成されていることを特徴としている。

【0013】請求項6記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置は、請求項3又は5記載の構成において、該車両に対する運転者の要求トルクを推定する運転

者要求トルク推定手段をそなえ、該減速トルク設定手段が、該減速トルクを該運転者要求トルク推定手段で推定された運転者要求トルクにより補正する運転者要求トルク対応補正手段をそなえていることを特徴としている。

【0014】請求項7記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置は、請求項6記載の構成において、該運転者要求トルク対応補正手段が、該単純減速トルク設定手段で設定されて該走行抵抗対応補正手段で補正された減速トルクと、該運転者要求トルク推定手段で推定された運転者要求トルクとを、予め設定された割合による加重平均することで該運転者要求トルクによる補正を行なうように構成されていることを特徴としている。

【0015】請求項8記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置は、請求項6又は7記載の構成において、該運転者要求トルク対応補正手段が、該車両を加速制御しない範囲で該運転者要求トルクによる補正を行なうように構成されていることを特徴としている。請求項9記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置は、請求項6～8のいずれかに記載の構成において、該運転者要求トルク推定手段が、該車両のエンジン出力に対する運転者の操作状態と該エンジンの回転数とに基づいて該運転者要求トルクを推定するように構成されていることを特徴としている。

【0016】請求項10記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置は、請求項2～9のいずれかに記載の構成において、該車両の前方の道路に存在するカーブの半径に基づいて該カーブを走行する際の該車両の目標横加速度を設定する目標横加速度設定手段をそなえ、該目標車速設定手段が、該目標横加速度設定手段で該目標横加速度と該カーブ半径とに基づいて該目標進入車速を設定するように構成されていることを特徴としている。

【0017】請求項11記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置は、請求項10記載の構成において、該目標横加速度設定手段が、該カーブ半径が大きくなるほど該目標横加速度が小さくなるように該カーブ半径に対して該目標横加速度を設定するように構成されていることを特徴としている。請求項12記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置は、請求項2～11のいずれかに記載の構成において、該トルク調整要素が、該車両のエンジンの出力を調整する出力調整手段、該エンジンの自動変速機をシフトダウンする変速段切替手段、及び該車両のブレーキを自動制御する自動ブレーキ手段のうちのいずれかにより構成されていることを特徴としている。

【0018】請求項13記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置は、請求項12記載の構成において、該トルク調整要素が、該出力調整手段及び該変速段切替手段により構成されて、該制御手段が、該減速トルクが予め設定された小トルク領域にある場合には該出力調整手段のみを制御し、該減速トルクが予め設定された

大トルク領域にある場合には該出力調整手段及び該変速段切替手段の両方を制御するように構成されていることを特徴としている。

【0019】請求項14記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置は、請求項13記載の構成において、該トルク調整要素が、該出力調整手段、該変速段切替手段、及び該自動ブレーキ手段により構成されて、該制御手段が、該減速トルクが予め設定された小トルク領域にある場合には該出力調整手段のみを制御し、該減速トルクが予め設定された中トルク領域にある場合には該出力調整手段及び該変速段切替手段の両方を制御し、該減速トルクが予め設定された大トルク領域にある場合には該自動ブレーキ手段を制御するように構成されていることを特徴としている。

【0020】請求項15記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置は、請求項2、12、13、14のいずれかに記載の構成において、該制御手段が、該カーブの開始点に対して所要距離まで接近した地点を制御開始点としてこの制御開始点で該トルク調整要素の制御を開始するとともに該カーブ開始点に達したときに該トルク調整要素の制御を完了するように構成されていることを特徴としている。

【0021】請求項16記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置は、請求項15記載の構成において、該制御手段による該トルク調整要素の制御が、予め設定された一定の時間だけ行なわれるように構成されていることを特徴としている。請求項17記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置は、請求項2記載の構成において、該カーブ検出手段が、該車両に搭載されたナビゲーションシステムに記憶された道路情報から該道路中の該カーブを検出するように構成されていることを特徴としている。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、図面により、本発明の実施の形態について説明する。

〔第1実施形態〕図1～図31は本発明の第1実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置を示すものであり、まず、これらの図に基づいて本発明の第1実施形態を説明する。

【0023】1. 全体構成

この自動車の前方道路状況対応制御装置は、図2に示すような自動車用ナビゲーションシステム50を利用するように構成されている。つまり、本装置では、ナビゲーションシステム50から得られる車両の前方の道路地図情報に基づいて、車両の前方の道路中のカーブ（カーブ路）を検出し、この検出したカーブ情報に基づき、所要の制御周期で車両のカーブ進入時の目標進入車速を設定して、この目標進入車速に基づいて車両の減速制御を行なうようになっている。

【0024】なお、車両がカーブ路に沿って走行するよ

うに車両の走行状態を制御する所謂トレース制御があるが、この制御は車両がカーブ路に進入してから行なう制御であり、これに対して、本装置にかかる減速制御（前方道路状況対応制御）は、ナビゲーション情報に基づいて車両がカーブ路に進入する前に車両の制御を行なうので、この制御を、ナビゲーション制御又はナビトレース制御という。

【0025】このため、本装置には、図1に示すように、カーブ検出を行なうカーブ検出手段20と、検出したカーブに応じてカーブ進入時の車両の目標車速を設定する目標車速設定手段30と、目標車速と実車速とに基づく制御開始距離 L_{need} 及び車両の現在位置から制御の開始及び終了を判定する制御開始・終了判定手段70と、目標車速設定手段30で設定された目標車速に応じて車両の駆動トルクの調整量（減速トルク）を設定するトルク調整量設定手段40と、トルク調整量設定手段40で設定された駆動トルク調整量及び制御開始・終了判定手段70での判定に基づいて車両のトルク調整要素を制御する制御手段（カーブ進入前減速用制御手段）48とから構成されている。

【0026】そして、カーブ検出手段20でナビゲーションシステム50の経路誘導中に得られる最適経路の道路地図情報が利用されるようになっており、ナビゲーションシステム50は、公知技術のものが利用できるが、本制御装置の詳細を説明する前に、これらのナビゲーションシステム50等の関連装置について説明する。

2. 関連装置としてのナビゲーションシステム

ナビゲーションシステム50には、図2に示すように、道路地図情報を記憶するCD-ROM等の道路地図情報記憶手段52と、車両の目的地や現在位置に関して入力する入力スイッチ（データ入力手段）54と、車両の現在位置を推定する現在位置推定手段56と、現在位置から目的地までの最適経路を選択して記憶する最適経路選択・記憶手段58と、道路地図情報や最適経路情報の画面表示情報を制御する画面情報制御手段60と、ナビゲーションにかかる音声情報を制御するナビゲーション音声制御手段62とがそなえられる。現在位置推定手段56、最適経路選択・記憶手段58、画面情報制御手段60、ナビゲーション音声制御手段62はマイクロコンピュータを用いて構成されている。

【0027】現在位置推定手段56は、いわゆるGPS航法及び自律航法による位置推定に、マップマッチング法による補正を加えながら現在位置を推定するようになっている。つまり、複数の人工衛星から発信される電波〔GPS (Global Positioning System) 情報〕をGPS受信機82を通じて得ながらGPS航法により車両の現在位置を推定する一方で、車速センサ84、地磁気センサ86、ジャイロコンパス88からの情報に基づいて車両の走行経路を累積しながら自律航法により車両の現在位置を推定する。そして、

これらのGPS航法及び自律航法による位置推定に対して、道路地図情報記憶手段52からの道路地図情報を用いてマップマッチング法による最終的に現在位置を推定するのである。

【0028】道路地図情報記憶手段(CD-ROM)52には、道路地図情報が、互いに縮尺の異なる複数の階層レベルでそれぞれ記憶されており、さらに、高速道路、一般国道、地方道というような道路種別情報や交差点に関する通行条件等の情報なども記憶されている。なお、道路の地図情報中の道路データは、所定間隔(例えば10mピッチ)で入力された点データ及びこれらの点を連続的に結んで形成される線データからなる。特に、点データについては、後述するカーブ検出の際に用いるカーブ検出点として利用される。

【0029】最適経路選択・記憶手段58は、道路地図情報記憶手段52からの道路地図情報に基づいて車両の現在位置と目的地との間で最適な道路を選択してこの道路情報を画像情報として記憶する。画面表示制御手段60では、道路地図情報記憶手段52からの道路地図情報、最適経路選択・記憶手段58からの最適経路情報、及び現在位置推定手段56からの現在位置情報を処理して、ディスプレイ90に、現在位置を含む道路地図情報及び最適経路情報を画面表示させる。

【0030】ナビゲーション音声制御手段62では、画面表示制御手段60とともに、道路地図情報記憶手段52からの道路地図情報、最適経路選択・記憶手段58からの最適経路情報、及び現在位置推定手段56からの現在位置情報に基づいて、進路変更等のナビゲーションに関する音声情報を選択して、例えばオーディオシステムを利用した音声情報発生手段92を通じて必要な音声情報を発生させる。

【0031】3. 本装置の各部の説明

次に、この自動車の前方道路状況対応制御装置の各部を、カーブ検出にかかる部分と、目標車速設定にかかる部分と、制御開始・終了判定にかかる部分と、トルク調整量設定にかかる部分と、トルク調整要素の制御にかか

$$R=L/[2\cdot\sin(\theta/2)]$$

つまり、この曲率指標 θ の値は、点Bにおけるカーブの屈曲度を表す指標であり、曲率指標 θ が大きい程、点Bにおけるカーブの曲率半径Rが小さく、カーブが急であることを示している。

【0036】そして、カーブ判定手段23では、曲率指標算出手段で算出された曲率指標 θ と、カーブ判定の閾値としてのカーブ判定基準曲率指標 θ_0 ($\theta_0 > 0$)とを比較して、 $|\theta| \geq \theta_0$ であると点Bがカーブしていると判定するようになっている。また、これとは逆に $|\theta| < \theta_0$ であれば、直線路として判断するようになっている。

【0037】なお、曲率指標 θ が正のときは、カーブの曲がる方向が時計回り(右カーブ)であり、曲率指標 θ

る部分とに分けて説明する。

【0032】3.1 カーブ検出

カーブ検出手段20では、上記ナビゲーションシステム50から必要な情報を取り出して、車両前方のカーブの状況を検出するようになっている。このカーブ検出手段20では、ナビゲーションシステム50の道路地図情報に基づいて、カーブ半径Rがある程度以内に小さいこと〔例えば、カーブ半径Rが所定値(例えば200m)以下であること〕を検出カーブの対象条件としており、この対象条件に適したカーブについて検出を行なう。

【0033】この条件は、例えば高速道路のカーブ半径Rは最低でも250m程度であり、このようなカーブ半径Rが所定値以上の緩やかなカーブでは、比較的高速で進入しても危険度が低く警報制御の必要性が低いと考えから設定されている。つまり、制御を、必要度の高い場合だけ行なうことで、運転者に不快感を与えないようにするとともに、制御効果を高めようとする思想に基づいている。

【0034】以下、カーブ検出手段20について詳しく説明すると、図3に示すように、このカーブ検出手段20には、サンプリング距離設定手段21、曲率指標算出手段22、カーブ判定手段23、制御対象カーブ選択手段25等がそなえられている。

3.1.1 カーブ検出原理

曲率指標算出手段22では、図6に示すように、例えば車両前方の道路線RL上の点B(これをカーブ検出点とする)に対してサンプリング距離Lだけ後方の第1地点(点A)と、カーブ検出点(点B)に対してサンプリング距離Lだけ前方の第2地点(点C)とを与えて、点Aから点Bに至る第1のベクトルABと、点Bから点Cに至る第2のベクトルBCとのなす角度 θ を点Bにおける曲率指標として算出するようになっている。

【0035】そして、これらのサンプリング距離Lと曲率指標 θ とからカーブ半径Rを次式により算出するようになっている。

$$\dots\dots(1)$$

が負のときは、反時計回り(左カーブ)であることを示している。上記点Bのような検出点を車両前方の道路線RL上に適当な間隔で与えて、各検出点毎に曲率指標 θ を算出することにより、道路形状の特徴、即ちカーブの曲率変化等を抽出することができる。

【0038】また、本装置の場合は、経路誘導時に選択された道路地図情報の中の点データ(10mピッチで入力されたもの)を利用できるように、カーブ検出点は道路線RL上に10mピッチで設定されており、サンプリング距離Lもこのピッチ間隔の整数倍に設定されている。例えば点A、点Cに相当する曲率指標を求めるための点も、カーブ検出点の後方や前方のカーブ検出点が利用されるようになっている。したがって、道路線RL上

で10m毎に曲率指標 θ が算出されることになる。

【0039】カーブ判定手段23では、道路線RL上に並ぶ検出点の曲率指標 θ が、カーブ判定基準曲率指標 θ_0 に対して $|\theta| < \theta_0$ の状態から $|\theta| \geq \theta_0$ になると、このときのカーブ検出点をカーブ開始点LSとし、このカーブ開始点LSからカーブが開始していると判断するのである。また、これとは逆に、曲率指標 θ が、 $|\theta| \geq \theta_0$ の状態から $|\theta| < \theta_0$ になると、カーブ判定手段23では、このときのカーブ検出点をカーブ終了点LEと判定するようになっている。

【0040】そして、カーブ判定手段23では、カーブ開始点LSからカーブ終了点LEまでの間をカーブとして判定し、カーブが存在する旨の情報と、これらのカーブ開始点LS、カーブ終了点LEと、カーブ開始点LSからカーブ終了点LEまでの間のカーブ半径Rの最小値をこのカーブを代表するカーブ半径として、出力するようになっている。

【0041】3.1.2 サンプリグ距離の設定

サンプリグ距離設定手段21は、曲率指標算出手段22で用いるサンプリグ距離Lを、カーブの半径Rに基づいて設定するものである。つまり、図6に示すように、このカーブ検出手段20では、基本的に長さLの2本の直線の角度からカーブの屈曲度合いを算出するようになっているが、サンプリグ距離設定手段21では、この時の直線の長さ(サンプリグ距離)Lをカーブ半径Rに応じて設定するようになっているのである。

【0042】このサンプリグ距離Lは、例えば、予めサンプリグ距離設定手段内に記憶された複数の距離データからカーブ半径Rに応じたものが選択されるようになっており、サンプリグ距離 $L = L_{\min}$ ($R < 100\text{m}$ のとき)、サンプリグ距離 $L = L_{\text{mid}}$ ($100\text{m} \leq R \leq 200\text{m}$ のとき)、サンプリグ距離 $L = L_{\max}$ ($R > 200\text{m}$ のとき)の3通りの距離データからサンプリグ距離Lが選択されるようになっている($L_{\min} < L_{\text{mid}} < L_{\max}$)。

【0043】なお、各カーブ検出点における曲率半径Rは前述の式(1)により算出されるが、もちろん対象となる検出点に関する曲率半径Rは、サンプリグ距離Lが決まらなると求められないので、本実施形態では、対象となる検出点の事前の検出点におけるカーブ半径Rを用いるようにしている。また、カーブ検出の開始時にはサンプリグ距離Lを最大値 L_{\max} に初期設定し、その後、算出されたカーブ半径Rの値に応じて改めてサンプリグ距離Lを更新していくようになっている。

【0044】3.1.3 カーブ開始点LSの補正

ところで、上述したように、サンプリグ距離Lは、カーブ半径に応じて設定されるようになっているが、このサンプリグ距離Lの設定値の大きさに応じてカーブ判定基準曲率指標 θ_0 の大きさも変更されるようになっている。例えば、サンプリグ距離 $L = L_{\min}$ 、 L_{mid} の

ときは、カーブ判定基準曲率指標 $\theta_0 = \theta_2$ とし、 $L = L_{\max}$ のときは、 $\theta_0 = \theta_1$ に設定するようになっているのである($\theta_2 > \theta_1$)。

【0045】また、図7に示すように、上述のカーブ判定手段23により検出されたカーブ開始点が必ずしも実際のカーブ開始点Pと一致しないことが考えられる。これは、曲率指標 θ を2本の直線のなす角度から算出しているからであり、さらに、これらの2本の直線の長さが比較的大きなサンプリグ距離L(ここでは、 L_{\min} 、 L_{mid} 、 L_{\max} のいずれか)を有しているためである。また、カーブ判定基準曲率指標 θ_0 の設定値(ここでは θ_2 又は θ_1)の大きさも影響している。

【0046】これにより、図7に示すように、カーブ開始点Pが実際のカーブ開始点Pよりも手前側に検出されてしまうことが考えられる。このため、カーブ判定手段23には、サンプリグ距離Lの設定にともなって生じるカーブ開始点の誤差に対応するように、カーブ開始点の位置を補正する補正手段23Aが設けられている。

【0047】3.1.3. a 緩和曲線のないカーブの場合

この補正手段23Aでは、図7に示すような緩和曲線のないカーブでは、以下のようにしてカーブ開始点の誤差の補正値を算出するようになっている。なお、図7における距離eは、実際のカーブ開始点(点P)と、曲率指標 $\theta = \theta_0$ となる時の点Cとの間の直線距離である。

【0048】①カーブ半径 $R = 20\text{m}$ の場合(サンプリグ距離 $L = L_{\min}$ 、カーブ判定基準曲率指標 $\theta_0 = \theta_2$)。曲率指標 $\theta = \theta_2$ となるときは、実際のカーブ開始点(点P)よりも a_1 (=サンプリグ距離 L_{\min} - 距離e)手前でカーブ開始点(点B)が検出されたことになる。

【0049】そこで、上記の距離 a_1 (例えば23m)を補正値とし、カーブ開始点(点B)よりも実際のカーブ開始点(点P)は a_1 前方であると判断するのである。

②カーブ半径 $R = 30\text{m}$ の場合(サンプリグ距離 $L = L_{\min}$ 、カーブ判定基準曲率指標 $\theta_0 = \theta_2$)。曲率指標 $\theta = \theta_2$ となるときは、補正値は a_2 (例えば19m)となる。そして、これにより、実際のカーブ開始点(点P)はカーブ開始点(点B)に対して a_2 前方であると判断する。

【0050】③カーブ半径 $R = 50\text{m}$ の場合(サンプリグ距離 $L = L_{\min}$ 、カーブ判定基準曲率指標 $\theta_0 = \theta_2$)。曲率指標 $\theta = \theta_2$ となるときは、補正値は a_3 (例えば13m)となる。これにより、実際のカーブ開始点(点P)はカーブ開始点(点B)に対して a_3 前方であると判断する。

【0051】④カーブ半径 $R = 70\text{m}$ の場合(サンプリグ距離 $L = L_{\min}$ 、カーブ判定基準曲率指標 $\theta_0 = \theta_2$)。曲率指標 $\theta = \theta_2$ となるときは、補正値は a_4 (例えば8m)となる。これにより、実際のカーブ開

始点(点P)はカーブ開始点(点B)に対して a_4 前方であると判断する。

【0052】⑤カーブ半径 $R=100m$ の場合(サンプリング距離 $L=L_{mid}$ 、カーブ判定基準曲率指標 $\theta_0=\theta_2$)。曲率指標 $\theta=\theta_2$ となるときは、補正値は a_5 (例えば26m)となる。これにより、実際のカーブ開始点(点P)はカーブ開始点(点B)に対して a_5 前方であると判断する。

【0053】⑥カーブ半径 $R=150m$ の場合(サンプリング距離 $L=L_{mid}$ 、カーブ判定基準曲率指標 $\theta_0=\theta_2$)。曲率指標 $\theta=\theta_2$ となるときは、補正値は a_6 (例えば14m)となる。これにより、実際のカーブ開始点(点P)はカーブ開始点(点B)に対して a_6 前方であると判断する。

【0054】⑦カーブ半径 $R=200m$ の場合(サンプリング距離 $L=L_{mid}$ 、カーブ判定基準曲率指標 $\theta_0=\theta_2$)。曲率指標 $\theta=\theta_2$ となるときは、補正値は a_7 (例えば4m)となる。これにより、実際のカーブ開始点(点P)はカーブ開始点(点B)に対して a_7 前方で

$$S=L_1^2/24R$$

そこで、この計算式のカーブ半径 R に20~200mを代入して計算すると、 S は最大でも0.5m程度の範囲内に収まり、図8に示す点B(緩和曲線上の点)は直線APの延長線上にあると見做すことができる。

【0058】これにより、カーブ半径 R に応じた補正量を求めると、以下ようになる。

①カーブ半径 $R=20m$ の場合(緩和曲線距離 $L_1=d_1$ 、サンプリング距離 $L=L_{min}$)。曲率指標 $\theta=\theta_0$ となるとき、実際のカーブ開始点(点P)からカーブ検出手段20により検出されたカーブ開始点(点B)までの距離 a は b_1 (例えば12m)となり、これは実際のカーブ開始点(点P)よりも b_1 手前にカーブ開始点(点B)が検出されていることになる。したがって補正量は b_1 となる。

【0059】②カーブ半径 $R=30m$ の場合(緩和曲線距離 $L_1=d_2$ 、サンプリング距離 $L=L_{min}$)。曲率指標 $\theta=\theta_0$ となるとき、実際のカーブ開始点(点P)よりも b_2 (例えば7m)手前にカーブ開始点(点B)が検出されていることになり、したがって、補正量は b_2 となる。

【0060】③カーブ半径 $R=50m$ の場合(緩和曲線距離 $L_1=d_3$ 、サンプリング距離 $L=L_{min}$)。曲率指標 $\theta=\theta_0$ となるとき、実際のカーブ開始点(点P)よりも b_3 (例えば4m)前方にカーブ開始点(点B)が検出されており、補正量は b_3 (この場合 $b_3=-4m$)となる。

【0061】④カーブ半径 $R=70m$ の場合(緩和曲線距離 $L_1=d_4$ 、サンプリング距離 $L=L_{min}$)。曲率指標 $\theta=\theta_0$ となるとき、実際のカーブ開始点(点P)よりも b_4 (例えば12m)前方にカーブ開始点(点

あると判断する。

【0055】そして、この補正手段23Aでは、上述のように算出される誤差にしたがって、カーブ半径 R の大きさから補正量を設定するようになっているのである。なお、上述した各カーブ半径 R でのそれぞれの補正値は、図9に示すようなデータテーブルとして補正手段23Aに入力されている。また、上述以外のカーブ半径 R の場合は、上記のデータから1次補間を行なって補正値を算出するようになっている。

【0056】3.1.3.b 緩和曲線のある場合

一方、図8に示すような緩和曲線を有するカーブの場合は、補正手段23Aでは以下のようにして補正量を算出するようになっている。ここで、緩和曲線とは、曲線上の任意の点において、曲線の始点(点P)から上記任意の点までの距離と、上記任意の点における曲率半径との積が常に一定となるような性質を有する曲線である。

【0057】そして、緩和曲線の長さを L_1 、カーブ半径を R とすると、この緩和曲線の y 方向の変化量(図8中に示す S)は次式により算出することができる。

$$\dots\dots\dots (2)$$

B)が検出されており、補正量は b_4 (この場合 $b_4=-12m$)となる。

【0062】⑤カーブ半径 $R=100m$ の場合(緩和曲線距離 $L_1=d_5$ 、サンプリング距離 $L=L_{mid}$)。曲率指標 $\theta=\theta_0$ となるとき、実際のカーブ開始点(点P)よりも b_5 (例えば2m)手前にカーブ開始点(点B)が検出されており、したがって、補正量は b_5 となる。

【0063】⑥カーブ半径 $R=150m$ の場合(緩和曲線距離 $L_1=d_6$ 、サンプリング距離 $L=L_{mid}$)。曲率指標 $\theta=\theta_0$ となるとき、実際のカーブ開始点(点P)よりも b_6 (例えば13m)前方にカーブ開始点(点B)が検出されており、補正量は b_6 ($=-13m$)となる。

【0064】⑦カーブ半径 $R=200m$ の場合(緩和曲線距離 $L_1=50m$ 、サンプリング距離 $L=L_{mid}$)。曲率指標 $\theta=\theta_0$ となるとき、実際のカーブ開始点(点P)よりも b_7 (例えば30m)前方にカーブ開始点(点B)が検出されており、補正量は b_7 ($=-30m$)となる。

【0065】そして、緩和曲線を有するカーブの場合は、補正手段23Aでは、上述の計算結果にしたがって、補正量を設定するようになっているのである。なお、上述した各カーブ半径 R でのそれぞれの補正値は、図10に示すようなデータテーブルとして補正手段23Aに入力されており、上述以外のカーブ半径 R の場合は、やはり、上記のデータから1次補間を行なって補正値を算出するようになっている。これにより、データテーブルに設定されていないカーブ半径のカーブの補正についても簡単に且つ短時間に補正することができる。

【0066】このように、カーブ開始点LSの補正は、予め設定されたカーブ半径Rに対応した補正值のデータテーブルを補正手段23Aに設けることにより、カーブ開始点LSを補正手段23Aにより補正して、より正確にカーブ開始点LSを検出することができるようになり、また、検出されたカーブが、緩和曲線を有するカーブか又は緩和曲線のないカーブかで異なる補正を行なうことで、道路のカーブ状況に応じた補正が行なうことができるのである。

【0067】また、補正手段23Aにおいて、予めカーブ半径R毎に補正值を設定してデータテーブルとして入力しておくことにより、簡単に且つ短時間で補正值を算出することができるようになるのである。なお、一般的には、カーブ接続部には緩和曲線があるので、図10に示すデータテーブルを用いて補正処理を行なうようになっている。

【0068】そして、カーブ開始点LSを補正することにより、膨大な計算を要することなく車両の前方のカーブ状況を的確に検出することができ、正確なタイミングで警報や車速制御を適切に行なうことができるようになるのである。ところで、上述のカーブ開始点等の補正手段23Aでは、代表的なカーブ半径の補正值のみをデータテーブル化し、これ以外のカーブ半径を有するカーブでは、上記のデータテーブルから1次補間を行なって補正值を算出するようになっているが、例えばカーブ半径の1mの変化毎に対応する補正值を用意しておき、このような細分化されたデータテーブルを補正手段23Aに記憶させておいてもよい。また、補正手段23Aではカーブ終了点LEについても同様に補正を行なう。

【0069】3.2 目標車速（目標進入車速）の設定
目標車速設定手段30では、カーブ検出手段20からの検出情報に基づいて検出したカーブに進入する際の車両の目標進入車速V*を設定するが、この目標進入車速V*はカーブ進入時に許容しうる上限車速であり、ここでは、まず、カーブ走行中の目標横加速度Gyを設定し、この目標横加速度Gyに基づいて目標進入車速V*を設定する。そこで、目標車速設定手段30には、図1、図4に示すように、目標横加速度設定部32と目標車速設定部34とが設けられている。また、目標車速設定手段30には、図1に示すように、実車速Vbと目標進入車速V*との偏差を算出する速度偏差算出部36がさらに含まれている。

【0070】3.2.1 目標横加速度の設定

$$V^* = (G_y \cdot R) 0.5$$

上述のように、目標横加速度Gyはカーブ半径Rから求められるので、目標進入車速V*もカーブ半径Rのみから求めることができる。

【0075】3.2.3 速度偏差ΔVの算出

目標進入車速V*に対して車両の減速トルクをどのように制御するかは、実車速Vbと目標進入車速V*との偏

まず、目標横加速度の設定について説明すると、カーブ旋回走行時に運転者に違和感のない走行速度を実現するためには、旋回時に運転者が受ける横加速度に着目する必要がある。つまり、旋回時に車両に生じる横加速度が所要の範囲内に収まればよい。そこで、目標横加速度設定部32では、最適な横加速度の上限値として目標横加速度Gyを設定して、この目標横加速度Gyを実現するように目標進入車速V*を設定するようになっている。

【0071】目標横加速度Gyは、カーブ半径Rに依存する。つまり、カーブ半径Rが小さいほど最適な横加速度の上限値である目標横加速度Gyを高く設定することができ、カーブ半径Rが大きいほど目標横加速度Gyを低く設定することができる。例えば、図11は、コーナ進入時（カーブ進入時）の運転者による減速操作に応じた横加速度特性を示す実験結果であり、減速開始速度とカーブ半径Rとに応じて示している。この図11に示すように、コーナ進入時の横加速度は、減速開始速度にはあまり依存せずカーブ半径Rに依存し、カーブ半径Rが小さいほど横加速度は高くカーブ半径Rが大きいほど横加速度Gyが低くなるのがわかる。

【0072】そこで、例えば図12に示すようなマップに基づいてカーブ半径Rに対応して目標横加速度Gyを設定することができる。この図12に示すマップのカーブ半径Rに対する目標横加速度Gyの特性を図示すると、図13に示すようになり、半径Rが大きくなると目標横加速度Gyは小さなものに設定される。これは、一般に運転者が行なうカーブ路の運転特性に基づいたものである。

【0073】なお、このような目標横加速度Gyの設定マップは、車両がカーブ路に進入してから行なうトレース制御でも共通して用いるようにすることで、カーブ路進入前の制御とカーブ路進入後の制御とを滑らかに接続しうる。また、このマップはカーブ半径Rの広い範囲について与えているが、検出カーブの対象条件（例えば、カーブ半径Rが所定値（例えば200m）以下であること）によっては、このマップの所要部のみを用意するか又は使用すればよい。

【0074】3.2.2 目標進入車速（目標車速）の設定
目標車速設定34では、半径Rの等速円運動の場合を当てはめて考え、目標横加速度Gyから次式により目標進入車速V*を設定するようになっている。

$$\dots\dots\dots (3)$$

差に対応する。そこで、目標車速設定手段30では、速度偏差算出部36で、次式のように、車速センサ（車速検出手段）84で検出された実車速Vbから目標車速設定34で設定された目標進入車速V*を減算することで速度偏差ΔVを算出する。

$$\Delta V = V_b - V^*$$

3.3 制御開始・終了判定

制御開始・終了判定手段 70 では、制御開始距離 L_{need} と、車両の現在位置からカーブ開始点 LS までの残り距離 L_C とに基づいて制御の開始を判定し、この制御開始判定時には、後述するトルク調整量設定手段 40 に作動信号を出力する。また、制御開始判定後に、残り距離 L_C が 0 となり車両がカーブに進入したら、制御の終了を判定する。

【0076】このため、制御開始・終了判定手段 70 には、図 1、図 4 に示すように、制御開始距離 L_{need} を設定する制御開始距離設定部 72 と、残り距離 L_C を算出する残り距離算出部 74 と、制御開始距離 L_{need} と残り距離 L_C とから制御開始を判定し、残り距離 L_C から制御終了を判定する制御開始・終了判定部 76 とをそなえている。

【0077】3.3.1 制御開始距離 L_{need} の設定
制御開始距離設定部 72 で設定する制御開始距離 L_{need} は、カーブに進入するために減速を必要とする距離であ

$$L_{need} = (1/2) \cdot (V_b + V^*) \cdot \tau \quad \dots \dots (5)$$

制御開始距離設定部 72 では、上式によって、車速センサ（車速検出手段）84 で検出された実車速 V_b と、目標車速設定 34 で設定された目標進入車速 V^* とから制御開始距離 L_{need} を算出して設定する。

【0080】ところで、図 16、図 17 は、ブレーキタイミングに関する実験結果を示すもので、図 16 に示すようにコーナ進入点を基準点にして、この基準点の手前を負（－）の領域、基準点から先を正（＋）の領域とすると、種々のカーブ半径のコーナにおいて種々の運転速度でコーナに進入しながらブレーキ開始点（ブレーキオンポイント）及びブレーキ終了点（ブレーキオフポイント）を測定した結果が、図 17 である。

【0081】図 17 において、横軸は減速開始速度、即ちブレーキ開始時の車速であり、縦軸はブレーキオンポイント及びブレーキオフポイントである。旋回半径が大きくなるとデータのバラツキが大きくなるが、これは旋回半径が大きいコーナではコーナに進入しても直線との区別がつけにくくなるためと考えられる。図 17 からわかるように、データにばらつきがあるものの、減速開始距離は旋回半径に関係なく減速開始速度が大きいほど大きくなり、減速開始距離が旋回半径に係らず減速開始速度にほぼ比例するような関係にあることがわかる。

【0082】そこで、上式（5）において、 τ が一定値であると推測できる。図 18 は、いくつかのカーブ半径のコーナにおける減速巾と減速度 G_x との関係を示す実験結果である。減速巾とは、減速開始時から減速終了時までの速度の減少量であり、車速が減速開始時の実車速 V_b から目標進入速度 V^* まで減速するように減速操作を行えば、減速巾は前述の車速偏差 $\Delta V (= V_b - V^*)$ に相当する。

$$\dots \dots (4)$$

り、図 14 に示すように、減速開始点 $P1$ からカーブ開始点（コーナ入口点） LS までの距離に相当する。もちろん、制御開始距離の設定には、実車速 V_b が目標進入速度 V^* よりも高いこと（即ち、 $V_b > V^*$ ）が前提条件となり、実車速 V_b が目標進入速度 V^* 以下（即ち、 $V_b \leq V^*$ ）なら減速制御（ナビトレース制御）は不要になり、制御開始距離 L_{need} の設定も必要ない。

【0078】ここでは、 $V_b > V^*$ であって制御開始距離 L_{need} の設定が必要である場合を考える。この場合、一定の減速度 G_x で減速を行なうものとして、減速開始時の車速を V_b とし、カーブ開始点 LS に達した時の車速（コーナ進入速度）が目標進入速度 V^* になるものとして、さらに、減速に要した時間を τ 時間とすると、この時の車速の変遷は図 15 に示ようになる。

【0079】制御開始距離（減速に要する距離） L_{need} は、図 15 の斜線部の面積に相当し、次式のように示すことができる。

【0083】図 18 からわかるように、減速巾と減速度 G_x とはカーブ半径に係わらずほぼ比例関係にあり、その比例定数が τ に相当する。この例では、 $\tau = 3.1$ （秒）となる。上式（5）において、 $\tau = 3.1$ とすると、減速開始距離 L_{need} は、減速開始速度 V_b と目標進入速度 V^* とで決まり、目標進入速度 V^* はカーブ半径 R の関数なので、減速開始距離 L_{need} は、減速開始速度 V_b 及びカーブ半径 R で決まることになる。図 19 は、いくつかのカーブ半径 R のコーナにおける減速開始速度 V_b に対応して減速開始距離 L_{need} を示すものである。

【0084】3.3.2 残り距離 L_C の算出
残り距離 L_C は、ナビゲーションシステム 50 の現在位置推定手段 56 で推定された当該道路上の現在位置の情報 P と、当該道路上のカーブ開始点 LS との距離であり、残り距離算出部 74 では、ナビゲーションシステム 50 の情報から残り距離 L_C を算出する。前述のように、ナビゲーションシステム 50 の道路データは、所定間隔（例えば 10m ピッチ）で入力された点データ及びこれらの点を連続的に結んで形成される線データからなるため、現在位置 P もカーブ開始点 LS も、この所定間隔（10m ピッチ）の単位になる。したがって、算出される残り距離 L_C も所定間隔（10m ピッチ）の単位になる。

【0085】そこで、更に、この所定間隔の間を補間するようにして残り距離 L_C を設定することも考えられる。つまり、所定間隔（10m ピッチ）を移動する際には、所要の短い周期（ PT ）で検出車速 V_b を取り込みながら、次式のような加算を繰り返していくことで所定間隔よりも短い単位で車両の移動距離 L_n を推定することができる。

$$L_n = Vb / \Delta t + L_{n-1}$$

ただし、 Δt は周期PTに応じた変換係数である。

【0086】3.3.3 制御開始判定

制御開始・終了判定部76では、制御開始距離設定部72で設定された制御開始距離 L_{need} と残り距離算出部74で算出されたカーブ開始点LSまでの残り距離 LC とを比較して、制御開始判定を行なう。つまり、残り距離 LC が制御開始距離 L_{need} よりも大きい($LC > L_{need}$) うちには制御を行わずに、残り距離 LC が制御開始距離 L_{need} 以下($LC \leq L_{need}$)になったら制御の開始を判定して、トルク調整量設定手段40に制御開始信号(作動信号)を出力する。

【0087】3.3.4 制御終了判定

制御開始・終了判定部76では、制御開始判定後に、カーブ開始点LSまでの残り距離 LC が0になって車両がカーブに進入したら制御の終了を判定する。本制御は、車両がカーブに進入するまでの間に行なうもので、車両がカーブに進入したら、所謂トレース制御に移行して、カーブ路に沿って車両が走行するように車両の走行状態を制御する。

【0088】3.4 トルク調整量(減速トルク)の設定
トルク調整量設定手段40では、制御開始・終了判定手段70からの制御開始信号を受けて作動を開始し制御終了信号を受けて作動を終了する。このトルク調整量設定手段40は、トルク調整量として車両の目標とする減速トルクを設定するので、以下、減速トルク設定手段という。

$$G_x = \Delta V / \tau$$

ただし、 $\Delta V = V^* - Vb$ ($\Delta V < 0$)、 τ : 減速時間 (= 3.1秒)

そして、この減速度 G_x の大きさが過大にならないようにクリップ手段42Bによりクリップする。つまり、減速度 G_x が所定値(例えば-0.2G)よりも小さい場合($G_x < -0.2G$)にはこの所定値(-0.2G)にクリップするのである。したがって、減速度 G_x は-0.2Gよりも大きな減速度にはならない。

【0092】このようにクリップ処理を行なうのは、次の理由による。つまり、エンジンブレーキ(例えば2速)による減速度の範囲は、図20に示すように、0.

$$Td = G_x \cdot Mb \cdot Rt$$

なお、ここでは、車重 Mb 及びタイヤ半径 Rt は一定値として設定するが、車重 Mb は車両の乗車人数や積載状態等で異なるため、例えばサスペンションのストローク等に応じて車重を検出する車重センサを設けてこの車重センサの検出データに応じて単純減速トルク Td を算出するようにすることも考えられる。

【0094】3.4.2 走行抵抗対応補正

走行抵抗対応補正手段44には、図5に示すように、定速走行トルク算出手段45と加算部44Aとが設けられている。定速走行トルク算出手段45は、車両が走行抵

$$\dots\dots\dots (6)$$

【0089】この減速トルク設定手段40では、目標進入車速 V^* よりも大きい実車速 Vb を目標進入車速 V^* まで減速するために必要な車両の目標減速トルク T を設定する。目標減速トルク T は、駆動輪の回転トルクとして考えると、基本的には減速度 G_x と車重 Mb とタイヤ半径 Rt とから算出できる(このトルクを単純減速トルクという)が、実際には、車両が走行している際には走行抵抗を受けているので、単純減速トルクをこの走行抵抗に応じて補正する必要がある。また、減速トルク制御を運転者の違和感の少ないものにするには、運転者の要求するトルクについても考慮したい。

【0090】そこで、減速トルク設定手段40には、図1、図5に示すように、目標進入車速 V^* と実車速 Vb とに基づいて車両が目標進入車速 V^* まで減速するのに要する単純減速トルク Td を設定する単純減速トルク設定手段42と、この単純減速トルク Td を走行抵抗に応じて補正する走行抵抗対応補正手段44と、さらに、運転者要求トルクにより補正する運転者要求トルク対応補正手段46とがそなえられる。

【0091】3.4.1 単純減速トルクの設定

単純減速トルク設定手段42では、図5に示すように、まず、減速度算出部42Aで減速度 G_x を求めるが、この減速度 G_x は、制御開始距離 L_{need} の間だけ実車速 Vb から目標進入車速 V^* まで一定の減速度合で減速を行なうとすると、次式のようになる。

$$\dots\dots\dots (7)$$

1G($\equiv 1.0m/sec^2$)程度であり、これに後述する勾配抵抗(例えば10%勾配の抵抗)による減速度を加味しても、エンジンブレーキによる減速制御の範囲は0.2G程度と考えられるからである。なお、図20には、種々のカーブ半径のコーナに対して種々の速度で減速を開始した場合に得られる減速度特性の実験結果が示されている。

【0093】こうして適宜クリップ処理されたら、ついで、単純減速トルク算出部42Cで、次式のように減速度 G_x に車重 Mb とタイヤ半径 Rt とを乗算して単純減速トルク Td を得るようになっている。

$$\dots\dots\dots (8)$$

抗に抗して定速走行するのに必要なトルク(これを、定速走行トルクという)を算出するもので、走行抵抗には、車両が車速に応じて受ける空気抵抗(空気抵抗トルク) $Resist$ と、車両が走行する路面の勾配及び車両の重量に応じて受ける重量勾配抵抗(重量勾配抵抗トルク) $R\theta$ とが考えられる。

【0095】定速走行トルク算出手段45には、空気抵抗算出部45Aと、重量勾配抵抗算出部45Bと、これらの抵抗 $Resist$ 、 $R\theta$ を加算して定速走行トルク(車輪対応のトルク) $TGX=0'$ を算出する加算部45C

とがそなえられる。このうち、空気抵抗算出部 45A では、図 21 に示す曲線 C1 に基づいて車速 V_b に対応して走行抵抗トルク $Resist$ を設定する。また、重量勾配抵抗算出部 45B では、図 22 に示す直線 S1 に基づいて道路の勾配 θ に対応して重量勾配抵抗トルク $R\theta$ を設定する。

【0096】そして、加算部 45C でこれらの抵抗トルク $Resist$ 、 $R\theta$ を加算して定速走行トルク $T_{GX=0'} (=Resist + R\theta)$ を算出した上で、この定速走行トルク $T_{GX=0'}$ を加算部 44A で単純減速ト

$$T_e = T_{dc} / (\rho_M \cdot \rho_D \cdot t)$$

ただし、 ρ_M : 変速比、 ρ_D : 終減速比、 t : トルク比 (又は、倍力比) である。

【0098】3.4.3 運転者要求トルク対応補正
運転者要求トルク対応補正手段 46 には、運転者要求トルクを推定する運転者要求トルク推定手段 46A と、単純減速トルク設定手段 42 で設定されて走行抵抗対応補正手段 44 で補正された減速トルク T_e と、運転者要求トルク推定手段 46A で推定された運転者要求トルク T_D とを加重平均するための重み付け部 46B、46C と、重み付けされた減速トルク T_e と運転者要求トルク T_D とを加算する加算部 46D とがそなえられる。

【0099】運転者要求トルク推定手段 46A では、車両のエンジン出力に対する運転者の操作状態、即ち、アクセル位置センサ 81 で検出されたアクセルペダルの踏込位置 (踏込角度) APS と、エンジン回転数センサ 80 で検出されたエンジン回転数 N_e とに基づいて、例えば図 23 に示すようなマップによって運転者要求トルク

$$T_{BN1} = \alpha T_e + (1 - \alpha) T_D$$

3.4.4 目標エンジントルク T_{BN1} のクリップ

このようにして得られた目標エンジントルク T_{BN1} は、クリップ手段 47 によって、車両が加速しないようクリップされるようになっている。つまり、この装置は、不慣れな道路の前方屈曲路 (カーブ路) に対して、自車両進入時の車速を抑制することで安全運転を支援しようとするもので、運転者の加速意志がある場合でも、明らかにカーブ手前であれば運転者の加速意志即ち車速の増速を許容しないようにすべきである。そこで、カーブ進入前に限っては、運転者の加速意志があってもこれを許容しないように目標エンジントルク T_{BN1} のクリップを行なうようになっている。

$$T_{GX=0} = T_{GX=0'} / (\rho_M \cdot \rho_D \cdot t)$$

ただし、 ρ_M : 変速比、 ρ_D : 終減速比、 t : トルク比 (又は、倍力比) である。

【0104】そして、クリップ手段 47 により、以下のように目標エンジントルク T_{BN1} を適宜クリップ処理して、目標エンジントルク (減速トルク) T_{BN2} を得ようになっている。

① $T_{BN1} > T_{GX=0}$ である場合 : $T_{BN2} = T_{GX=0}$ にクリップする。

トルク T_d に加算することで、走行抵抗対応補正を行なうようになっている。なお、加算部 44A で走行抵抗対応補正された減速トルク T_{dc} は、駆動輪の回転トルクとして考えているので、これをエンジンの回転トルクに換算する必要がある。そこで、図 5 に示すように、駆動輪の回転トルクをエンジンの回転トルクに換算するエンジントルク換算部 42D が設けられている。

【0097】このエンジントルク換算部 42D では、次式によって、駆動輪回転トルク T_{dc} をエンジン回転トルク T_e に変換する。

$$\dots\dots\dots (9)$$

T_D を推定するようになっている。

【0100】このようにして求められた運転者要求トルク T_D は、重み付け部 46B で重み付け係数 $(1 - \alpha)$ を乗算される。なお、 α は、 $0 < \alpha < 1$ の係数であり、理論上の減速制御を重視するには α を大きく設定し、運転者要求トルク T_D を重視するには α を小さく設定する。この α の値としては例えば 0.6 程度に設定することが考えられる。一方、走行抵抗対応補正手段 44 で補正された減速トルク T_e は、重み付け部 46B で重み付け係数 α を乗算される。

【0101】このようにして、それぞれ重み付けされた運転者要求トルク $(1 - \alpha) T_D$ と減速トルク αT_e とが加算部 46D で加算されることで、次式で示すように、運転者要求トルク T_D が減速トルク T_e と加重平均されて、目標エンジントルク T_{BN1} を得ようになっている。

$$\dots\dots\dots (10)$$

【0102】つまり、運転者要求トルクを加味された目標エンジントルク T_{BN1} を、定速走行トルク $T_{GX=0'} (=Resist + R\theta)$ をエンジントルク換算したものの (定速走行エンジントルク) $T_{GX=0}$ と比較して、目標エンジントルク T_{BN1} が定速走行エンジントルク $T_{GX=0}$ を上回っている場合には、車両が加速してしまうので、目標エンジントルク T_{BN1} を定速走行エンジントルク $T_{GX=0}$ にクリップするのである。

【0103】このため、まず、エンジントルク換算部 44B で、次式により定速走行エンジントルクを得ようになっている。

$$\dots\dots\dots (11)$$

② $T_{BN1} \leq T_{GX=0}$ である場合 : $T_{BN2} = T_{BN1}$ とクリップしない。

【0105】3.5 トルク調整要素の制御

制御手段 48 では、トルク調整量設定手段 40 で設定された目標エンジントルク (駆動トルク調整量) T_{BN2} にしたがって車両のトルク調整要素を制御するが、もちろん、この制御 (ナビトレース制御) は制御開始・終了判定手段 70 で制御開始が判定されてから、カーブに進入

して制御終了が判定されるまでの間に行なわれる。

【0106】そして、カーブに進入してからは、トレース制御に移行して、カーブ路に沿って車両が走行するように車両の走行状態を制御するが、ナビトレース制御からこのトレース制御に移行する際には、制御移行手段49を通じて、両制御を滑らかに連続させるための接続制御が行なわれるようになっている。制御手段48では、車両のトルク調整要素として、スロットル開度と自動変速機とを制御するようになっているが、目標エンジントルク T_{BN2} が小さければスロットル開度のみを制御し、目標エンジントルク T_{BN2} が大きくなりスロットル開度を全閉しても目標エンジントルク T_{BN2} よりも大きくなってしまい十分に減速ができない場合には、自動変速機のシフトダウン制御により目標エンジントルク T_{BN2} までトルクを減少調整するようになっている。

【0107】ここでは、図24に示すようなマップに基づいて、スロットル開度制御のみを行なうか、シフトダウン制御とスロットル開度制御とを共に行なうか、を判定するようになっている。図24中のスロットル全閉曲線はスロットル開度を全閉にしたときに得られるトルク値特性を示すものであり、エンジン回転数 N_e に対応する。また、この図24に示すようなシフトダウン用マップは、各変速段毎に用意されている。

【0108】制御手段48では、その制御周期で得られるエンジン回転数 N_e 及び目標エンジントルク（減速トルク） T_{BN2} がこのスロットル全閉曲線よりも上方（即ち、減速トルク大）の領域では、スロットル開度制御のみを行ない、エンジン回転数 N_e 及び減速トルク T_{BN2} がこのスロットル全閉曲線以下（即ち、減速トルク小）の領域では、シフトダウン制御とスロットル開度制御とを共に行なうように判定する。

【0109】制御手段48では、スロットル開度制御のみを行なう場合には、要求される減速トルク T_{BN2} の情報をエンジン用電子制御装置（エンジンECU）98に出力し、このエンジンECU98を通じて減速トルク T_{BN2} を実現するようなスロットル開度調整を行なう。なお、エンジンECU98を通じて行なうスロットル開度調整は、このときのエンジン回転数 N_e に関するスロットル開度とエンジンの出力トルクとの対応関係から設定することができ、かかる対応関係をマップ化しておき、このマップに基づいてスロットル開度を設定することができる。もちろん、このようなスロットル開度とエンジンの出力トルク対応関係は使用変速段によっても異なるので、変速段ごとのマップを用意する必要がある。

【0110】また、制御手段48では、シフトダウン制御とスロットル開度制御とを共に行なう場合には、シフトダウン要求信号を自動変速機用電子制御装置（AT-ECU）96に出力し、このAT-ECU96を通じてシフトダウンを行ない、且つ、要求される減速トルク T_{BN2} の情報をエンジン用電子制御装置（エンジンEC

U）98に出力し、このエンジンECU98を通じて減速トルク T_{BN2} を実現するようなスロットル開度調整を行なう。このスロットル開度調整では、シフトダウン後の変速段に応じて制御を行なう。

【0111】4. 本装置の動作

本発明の第1実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置は、上述のように構成されているので、例えば図25、図28～図31のフローチャートに示すように制御が行なわれる。

4.1 全体的な制御動作

図25は本装置の動作にかかるメインルーチンを示すフローチャートであり、本装置では図25に示すような動作を所要の制御周期で繰り返す。

【0112】つまり、まず、車両が走行する道路の前方にカーブが存在するかどうかを判定する（ステップA10）。この判定は、カーブ検出手段20で、ナビゲーションシステム50からの情報に基づいて行なう。カーブ無しの場合には、制御は行なわないが、カーブ有りの場合には、ステップA20へ進み、カーブ開始点LS、カーブ半径R、現在位置情報を取り込む。カーブ開始点LS、カーブ半径Rはカーブ検出手段20による検出結果から、現在位置情報はナビゲーションシステム50から目標車速設定手段30、制御開始・終了判定手段70へ取り込まれる。

【0113】そして、ステップA30へ進み、制御開始・終了判定手段70の残り距離算出部74で現在位置からカーブ開始点LSまでの距離（残り距離）LCを前述の式（3）により算出し、ステップA40へ進み、目標進入車速 V^* を算出する。この目標進入車速 V^* は、目標車速設定手段30で設定されるが、目標車速設定手段30では、目標横加速度設定部32でカーブ走行中の目標横加速度 G_y を設定し、この目標横加速度 G_y に基づいて目標車速設定部34で目標進入車速 V^* を設定する。

【0114】さらに、ステップA50で、車速センサ84から実車速 V_b の検出情報を取り込み、ステップA60に進み、制御開始・終了判定手段70で実車速 V_b が目標進入速度 V^* 以下（即ち、 $V_b \leq V^*$ ）かどうかを判定する。実車速 V_b が目標進入速度 V^* 以下なら減速制御（ナビトレース制御）は不要になり制御を行なわない。

【0115】一方、実車速 V_b が目標進入速度 V^* 以上の場合にはステップA70に進み制御開始距離 L_{need} の設定を行なう。この制御開始距離 L_{need} は、制御開始・終了判定手段70の制御開始距離設定部72で、前述の式（5）のように V_b 、 V^* に基づいて算出される。さらに、ステップA80で、残り距離LCが制御開始距離 L_{need} 以下である（つまり、 $LC \leq L_{need}$ ）かどうか判定されるが、この判定は、制御開始・終了判定部76で行なわれるが、例えば図26に示すように、残り距離L

Cが制御開始距離 L_{need} よりも大きい($L_C > L_{need}$)のうちには制御を行なわない。

【0116】一方、例えば図27に示すように、残り距離 L_C が制御開始距離 L_{need} 以下($L_C \leq L_{need}$)になったら制御の開始を判定して、トルク調整量設定手段40に制御開始信号(作動信号)を出力する。この場合には、トルク調整量設定手段40により減速トルク T_{BN2} が算出され(ステップA90)、さらに、制御手段48によりトルク調整要素の制御が行なわれる(ステップA100)。

【0117】4.2 減速トルク T_{BN2} の算出動作
ステップA90の減速トルク T_{BN2} の算出については、図28に示すように、まず、単純減速トルク設定手段42の減速度算出部42Aで式(7)によって減速度 G_x を求める(ステップB10)。そして、この減速度 G_x の大きさが過大にならないようにクリップ手段42Bにより減速度 G_x をクリップする(ステップB20)。つまり、減速度 G_x が所定値(例えば $-0.2G$)よりも小さい場合($G_x < -0.2G$)にはこの所定値($-0.2G$)にクリップする。このようにクリップ処理を行なうことで、エンジンブレーキによる制御範囲で、減速制御を実現することができ、また、急減速の回避により、運転者に大きな違和感を与えないように車速を制御することができる。

【0118】クリップ処理されたら、ついで、単純減速トルク算出部42Cで、式(8)により減速度 G_x に車重 M_b とタイヤ半径 R_t とを乗算して単純減速トルク T_d を得る(ステップB30)。さらに、走行抵抗対応補正手段44で、この単純減速トルク T_d に、走行抵抗対応補正を施す(ステップB40)。この走行抵抗対応補正は、図29に示すように、図21に示すようなマップから車速 V_b に基づいて空気抵抗トルク R_{resist} を求め(ステップC10)、図22に示すようなマップから車重と道路勾配に基づいて重量勾配抵抗トルク R_θ を求めて(ステップC20)、これらの抵抗トルク R_{resist} 、 R_θ から定速走行に必要なトルク $T_{GX=0}$ ($=R_{resist} + R_\theta$)を算出する(ステップC30)。そして、単純減速トルク T_d ($T_d < 0$)にこの定速走行トルク(> 0)を加算して減速トルク T_{dc} を得る(ステップC40)。

【0119】再び図28を参照するが、走行抵抗対応補正が施されたら(ステップB40)、エンジントルク換算部42Dで、式(9)により、駆動輪回転トルク T_{dc} をエンジン回転トルク T_e に変換する(ステップB50)。ついで、運転者要求トルク対応補正手段46でエンジン回転トルク T_e に運転者要求トルクに応じた補正を施す(ステップB60)。

【0120】この運転者要求トルク対応補正は、図30に示すように行なわれる。つまり、まず、運転者要求トルク推定手段46Aで運転者要求トルクを推定する(ス

テップD10)。つまり、アクセル位置センサ81で検出されたアクセルペダルの踏込位置 APS と、エンジン回転数センサ80で検出されたエンジン回転数 N_e とに基づいて、図23に示すようなマップによって運転者要求トルク T_D を推定する。そして、重み付け部46B、46Cで運転者要求トルク T_D 、エンジン回転トルク T_e にそれぞれ重み付けした上で、加算部46Dで加算することにより、エンジン回転トルクに換算した減速トルク T_e と運転者要求トルク T_D とを加重平均する(ステップD20)。

【0121】再び図28を参照するが、このようにして運転者要求トルク対応補正が施されたら(ステップB60)、得られた減速トルク(目標エンジントルク) T_{BN1} をクリップ手段47によって、車両が増速しないようクリップする(ステップB70)。つまり、運転者要求トルクを加味された目標エンジントルク T_{BN1} を、定速走行トルク $T_{GX=0}$ をエンジントルク換算したもの(定速走行エンジントルク) $T_{GX=0}$ と比較して、目標エンジントルク T_{BN1} が定速走行エンジントルク $T_{GX=0}$ を上回っている場合には、車両が加速してしまうので、目標エンジントルク T_{BN1} を定速走行エンジントルク $T_{GX=0}$ にクリップするのである。

【0122】このような目標エンジントルク T_{BN1} のクリップにより、運転者が加速意志を示した場合であっても、明らかにカーブ手前であれば運転者の加速意志即ち車速の増速を許容しないようにすることができ、カーブへの進入に際して、車両速度を確実に抑制することができるように、運転者による安全運転を支援することができる。

【0123】4.3 トルク調整要素の制御動作
制御手段48によりトルク調整要素の制御(図25のステップA100)は、図31に示すように行なわれる。つまり、設定された目標エンジントルク(減速トルク) T_{BN2} 及び検出されたエンジン回転数 N_e を取り込んで(ステップE10)、これらの目標エンジントルク T_{BN2} 、エンジン回転数 N_e がスロットル制御領域かシフトダウン領域かを判定する(ステップE20)。

【0124】つまり、図24に示すようなマップに基づいて、制御手段48では、その制御周期で得られるエンジン回転数 N_e 及び目標エンジントルク T_{BN2} がこのスロットル全閉曲線よりも上方(即ち、減速トルク大)の領域では、スロットル制御領域と判定して、エンジン回転数 N_e 及び減速トルク T_{BN2} がこのスロットル全閉曲線以下(即ち、減速トルク小)の領域では、シフトダウン領域と判定する。

【0125】制御手段48では、スロットル制御領域では、スロットル開度制御のみを行ない(ステップE40)、シフトダウン領域では、シフトダウン制御とスロットル開度制御とを共に行なう(ステップE30)。つまり、スロットル制御領域の場合、要求される減速トル

ク T_{BN2} の情報をエンジン用電子制御装置（エンジンECU）98に出力し、このエンジンECU98を通じて減速トルク T_{BN2} を実現するようなスロットル開度調整を行なう。

【0126】また、シフトダウン領域の場合、シフトダウン要求信号を自動変速機用電子制御装置（AT-ECU）96に出力し、このAT-ECU96を通じてシフトダウンを行ない、且つ、要求される減速トルク T_{BN2} の情報をエンジン用電子制御装置（エンジンECU）98に出力し、このエンジンECU98を通じて減速トルク T_{BN2} を実現するようなスロットル開度調整を行なう。このスロットル開度調整では、シフトダウン後の変速段に応じて制御を行なう。

【0127】このように、本装置では、運転者が不慣れた道路の前方屈曲路（カーブ路）に対して適切な処理を行わないような場合にも、車両のカーブ進入時の車速を確実に減速させることができるようになり、運転者による安全運転を支援することができる効果がある。また、このカーブ進入時の制御をカーブ進入後のトレース制御に円滑に接続できるようにすれば、違和感のない総合的な車両の走行制御を実現することができる。

【0128】次に、第2実施形態について説明する。

【第2実施形態】図32、図33は本発明の第2実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置を示すものであり、これらの図に基づいて本発明の第2実施形態を説明する。

【0129】1. 本装置の構成

この実施形態では、制御手段（カーブ進入前減速用制御手段）48による制御内容が第1実施形態とは異なっている。すなわち、第1実施形態では、スロットル制御及びシフトダウン制御によって発生するエンジンブレーキで減速トルクを発生させるようにしているが、この第2実施形態では、トルク調整要素として自動ブレーキが加えられており、スロットル制御及びシフトダウン制御によるエンジンブレーキに加えて、自動ブレーキによっても減速トルクを発生させるようになっている。

【0130】自動ブレーキ（図示略）は、運転者の操作によらずに、フットブレーキと同様に車輪に摩擦力を加えて積極的に制動力（減速力）を発生させるもので、油圧や空気圧等を利用したアクチュエータにより運転者のブレーキ操作に変わって自動的に制動力（減速力）を発生させるものであって、図32に示すように、自動ブレーキ用電子制御装置（自動ブレーキECU）94によって、制御信号を通じて制御されるようになっている。

【0131】制御手段48では、減速トルク T_{BN2} が例えば減速度 d_d （ d_d は例えば0.2G）に対応したトルク値 T_{dd} よりも大きい場合、減速トルク T_{BN2} に応じて自動ブレーキが作動するように自動ブレーキECU94に指令信号を出力し、一方、減速トルク T_{BN2} が減速度 d_d に対応したトルク値 T_{dd} 以下の場合、第1実

施形態と同様に、減速トルク T_{BN2} 及びエンジン回転数 N_e に応じてスロットル制御及びシフトダウン制御による減速制御を行なうようになっている。

【0132】このため、この第2実施形態では、第1実施形態（図5参照）のものにそなえられたクリップ手段42Bが省略されるか、又はクリップ手段42Bが設けられるが第1実施形態よりもクリップ値をより大きな減速値の大きさ（ $>0.2G$ ）に設定されている。また、この他の部分は、第1実施形態と同様に構成されている。

【0133】2. 本装置の動作

本発明の第2実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置は、上述のように構成されているので、例えば図25、図28～図30のフローチャートに示すように第1実施形態とほぼ同様に制御が行なわれる。ただし、図28のステップB20に示す減速度 G_x のクリップ処理については、処理自体が省略されるか、又は、クリップ値が大きなものに変更される。

【0134】そして、制御手段48によりトルク調整要素の制御（図25のステップA100）は、図33に示すように行なわれる。つまり、設定された目標エンジントルク（減速トルク） T_{BN2} 及び検出されたエンジン回転数 N_e を取り込んで（ステップE10）、まず、目標エンジントルク T_{BN2} が所定値 T_{dd} 以下の自動ブレーキ領域にあるか否かを判定し（ステップE12）、自動ブレーキ領域にあれば、ステップ50に進んで、減速トルク T_{BN2} に応じて自動ブレーキが作動するように自動ブレーキECU94を通じて制御する。このときには、スロットル開度は全閉として変速段も切り替えない。

【0135】そして、自動ブレーキ領域になければ（これには、はじめから自動ブレーキ領域にない場合や、自動ブレーキ制御の結果自動ブレーキ領域から外れた場合がある）、ステップ20に進んで、第1実施形態と同様な処理を行なう。つまり、目標エンジントルク T_{BN2} 、エンジン回転数 N_e がスロットル制御領域かシフトダウン領域かを判定して（ステップE20）、スロットル制御領域では、スロットル開度制御のみを行ない（ステップE40）、シフトダウン領域では、シフトダウン制御とスロットル開度制御とを共に行なう（ステップE30）。

【0136】そして、スロットル制御領域の場合、要求される減速トルク T_{BN2} の情報をエンジン用電子制御装置（エンジンECU）98に出力し、このエンジンECU98を通じて減速トルク T_{BN2} を実現するようなスロットル開度調整を行なう。また、シフトダウン領域の場合、シフトダウン要求信号を自動変速機用電子制御装置（AT-ECU）96に出力し、このAT-ECU96を通じてシフトダウンを行ない、且つ、要求される減速トルク T_{BN2} の情報をエンジン用電子制御装置（エンジンECU）98に出力し、このエンジンECU98を通

じて減速トルク T_{BN2} を実現するようなスロットル開度調整を行なう。このスロットル開度調整では、シフトダウン後の変速段に応じて制御を行なう。

【0137】このようにして、本実施形態では、自動ブレーキによって大きな減速度を実現できて、運転者が不慣れな道路の前方屈曲路（カーブ路）に対して適切な処理を行なわないような場合にも、車両のカーブ進入時の車速を確実に減速させることができるようになり、運転者による安全運転の支援をより積極的に行なうことができる効果がある。

【0138】

【発明の効果】以上詳述したように、請求項1記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置によれば、予め記憶された道路情報から得られる車両の前方の道路状況に対応して該車両の目標車速を設定する目標車速設定手段と、該車両の実車速を検出する車速検出手段と、該目標車速設定手段で設定された目標車速と該車速検出手段で検出された実車速とに基づいて、該実車速を該目標車速に近づけるために必要な該車両の駆動トルクの調整量を設定するトルク調整量設定手段と、該トルク調整量設定手段で設定された駆動トルク調整量に基づいて該車両のトルク調整要素を制御する制御手段とから構成されることにより、自動車の前方の道路状況に対応した目標車速に実車速を近づけることができ、車両の速度を適切なものにして、運転者による安全運転の支援を行なうことができるようになる。

【0139】請求項2記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置によれば、請求項1記載の構成において、予め記憶された道路情報から該車両の前方の道路中のカーブを検出するカーブ検出手段をそなえ、該目標車速設定手段が、該カーブ検出手段からの検出情報に基づいて検出したカーブに進入する際に許容しうる上限車速として該車両の目標進入車速を設定するように構成され、該トルク調整量設定手段が、該目標車速設定手段で設定された目標進入車速と該車速検出手段で検出された実車速とに基づいて、該実車速が該目標進入車速よりも大きいと該実車速を該目標進入車速に近づけるために必要な該車両の目標とする減速トルクを設定する減速トルク設定手段として構成されることにより、自動車がカーブ路に進入するに際して、車両の速度を適切なものにして、運転者による安全運転の支援を行なうことができるようになる。

【0140】請求項3記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置によれば、請求項2記載の構成において、該車両の走行抵抗に抗して該車両が定速走行するのに必要な定速走行トルクを算出する定速走行トルク算出手段をそなえ、該減速トルク設定手段が、該目標進入車速と該実車速とに基づいて該車両が該目標進入車速まで減速するのに要する単純減速トルクを設定する単純減速トルク設定手段と、該単純減速トルクを該定速走行トル

ク算出手段で算出された該定速走行トルクで補正する走行抵抗対応補正手段とをそなえるという構成により、自動車がカーブ路に進入するに際して、適切なトルク調整により、車両の速度をより適切なものに調節することができて、運転者による安全運転の支援を行なうことができるようになる。

【0141】請求項4記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置によれば、請求項3記載の構成において、該減速トルク設定手段が、該車両の減速度が所定範囲内に収まるように該減速トルクを設定するように構成されることにより、減速トルク制御を確実に実現できて、さらには、急減速の回避により、運転者に大きな違和感を与えないように車速を制御することができる利点がある。

【0142】請求項5記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置によれば、請求項3記載の構成において、該定速走行トルク算出手段が、該車両が車速に応じて受ける空気抵抗と、該車両が走行する路面の勾配及び該車両の重量に応じて受ける重量勾配抵抗とに応じて、該定速走行トルクを算出するように構成されることにより、請求項6記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置によれば、請求項3又は5記載の構成において、該車両に対する運転者の要求トルクを推定する運転者要求トルク推定手段をそなえ、該減速トルク設定手段が、該減速トルクを該運転者要求トルク推定手段で推定された運転者要求トルクにより補正する運転者要求トルク対応補正手段をそなえるという構成により、道路状況に対応しながら適切なトルク制御を行なえるようになり、カーブ進入時の車速を適切に制御することができる。

【0143】請求項7記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置によれば、請求項6記載の構成において、該運転者要求トルク対応補正手段が、該単純減速トルク設定手段で設定された該走行抵抗対応補正手段で補正された減速トルクと、該運転者要求トルク推定手段で推定された運転者要求トルクとを、予め設定された割合による加重平均することで該運転者要求トルクによる補正を行なうように構成されることにより、運転者の意志を反映した制御が実現して、運転者に大きな違和感を与えないように車速を制御することができる利点がある。

【0144】請求項8記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置によれば、請求項6又は7記載の構成において、該運転者要求トルク対応補正手段が、該車両を加速制御しない範囲で該運転者要求トルクによる補正を行なうように構成されることにより、運転者の意志を反映したながらも、カーブ進入時の車速を制限するようにできて、運転者による安全運転の支援を確実にすることができるようになる。

【0145】請求項9記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置によれば、請求項6～8のいずれかに

記載の構成において、該運転者要求トルク推定手段が、該車両のエンジン出力に対する運転者の操作状態と該エンジンの回転数とに基づいて該運転者要求トルクを推定するように構成されることにより、運転者要求トルクを確実に推定することができ、運転者の意志を反映した制御が実現して、運転者に大きな違和感を与えないように車速を制御することができる利点がある。

【0146】請求項10記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置によれば、請求項2～9のいずれかに記載の構成において、該車両の前方の道路に存在するカーブの半径に基づいて該カーブを走行する際の該車両の目標横加速度を設定する目標横加速度設定手段をそなえ、該目標車速設定手段が、該目標横加速度設定手段で該目標横加速度と該カーブ半径とに基づいて該目標進入車速を設定するように構成されることにより、目標車速を容易に且つ適切に設定することができ、適切な車速制御を実現することができる。

【0147】請求項11記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置によれば、請求項10記載の構成において、該目標横加速度設定手段が、該カーブ半径が大きくなるほど該目標横加速度が小さくなるように該カーブ半径に対して該目標横加速度を設定するように構成されることにより、運転者の操作に近い車速制御を行なえるようになり、運転者に大きな違和感を与えないように車速を制御することができる利点がある。

【0148】請求項12記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置によれば、請求項2～11のいずれかに記載の構成において、該トルク調整要素が、該車両のエンジンの出力を調整する出力調整手段、該エンジンの自動変速機をシフトダウンする変速段切替手段、及び該車両のブレーキを自動制御する自動ブレーキ手段のうちのいずれかにより構成されることにより、車速制御を確実に実行することができる利点がある。

【0149】請求項13記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置によれば、請求項12記載の構成において、該トルク調整要素が、該出力調整手段及び該変速段切替手段により構成されて、該制御手段が、該減速トルクが予め設定された小トルク領域にある場合には該出力調整手段のみを制御し、該減速トルクが予め設定された大トルク領域にある場合には該出力調整手段及び該変速段切替手段の両方を制御するように構成されることにより、車速制御を確実に且つ効率よく行なうことができる利点がある。

【0150】請求項14記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置によれば、請求項13記載の構成において、該トルク調整要素が、該出力調整手段、該変速段切替手段、及び該自動ブレーキ手段により構成されて、該制御手段が、該減速トルクが予め設定された小トルク領域にある場合には該出力調整手段のみを制御し、該減速トルクが予め設定された中トルク領域にある場合

には該出力調整手段及び該変速段切替手段の両方を制御し、該減速トルクが予め設定された大トルク領域にある場合には該自動ブレーキ手段を制御するように構成されることにより、車速制御を広い制御範囲で確実に且つ効率よく行なうことができる利点がある。

【0151】請求項15記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置によれば、請求項2、12、13、14のいずれかに記載の構成において、該制御手段が、該カーブの開始点に対して所要距離まで接近した地点を制御開始点としてこの制御開始点で該トルク調整要素の制御を開始するとともに該カーブ開始点に達したときに該トルク調整要素の制御を完了するように構成されることにより、カーブ進入時の制御を適切に行なえる利点がある。

【0152】請求項16記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置によれば、請求項15記載の構成において、該制御手段による該トルク調整要素の制御が、予め設定された一定の時間だけ行なわれるように構成されることにより、運転者の操作に近い減速制御を行なえるようになり、運転者に大きな違和感を与えないように車速を制御することができる上、シンプルで適切な制御構成を実現することができる利点がある。

【0153】請求項17記載の本発明の自動車の前方道路状況対応制御装置によれば、請求項2記載の構成において、該カーブ検出手段が、該車両に搭載されたナビゲーションシステムに記憶された道路情報から該道路中の該カーブを検出するように構成されることにより、道路中のカーブを確実に検出できるようになり、カーブ進入時の運転者による安全運転の支援を確実に実行することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置に関連するナビゲーションシステムを示すブロック図である。

【図3】本発明の第1実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置におけるカーブ検出を説明するための模式的なブロック図である。

【図4】本発明の第1実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置の制御開始距離判定にかかる構成を示す制御ブロック図である。

【図5】本発明の第1実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置の要部構成を示す制御ブロック図である。

【図6】本発明の第1実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置のカーブ検出手段におけるカーブ角度の算出及びサンプリング距離について説明するための図である。

【図7】本発明の第1実施形態としての自動車の前方道

路状況対応制御装置のカーブ検出手段におけるカーブ開始点の補正について説明するための図であって、緩和曲線のないカーブのカーブ開始点の補正について説明する図である。

【図 8】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置のカーブ検出手段におけるカーブ開始点の補正について説明するための図であって、緩和曲線を有するカーブのカーブ開始点の補正について説明する図である。

【図 9】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置のカーブ検出手段におけるカーブ半径に応じてカーブ開始点を補正するためのデータテーブルであって、緩和曲線のないカーブのデータテーブルである。

【図 10】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置のカーブ検出手段におけるカーブ半径に応じてカーブ開始点を補正するためのデータテーブルであって、緩和曲線を有するカーブのデータテーブルである。

【図 11】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置を説明するカーブ進入時の横加速度特性を示す図である。

【図 12】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置の目標横加速度の設定マップを示す図である。

【図 13】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置の目標横加速度の設定特性を示す図である。

【図 14】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置における制御開始距離を説明するための模式図である。

【図 15】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置による減速制御時の車速の変遷及び車両の走行距離を説明する図である。

【図 16】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置の減速制御を説明する図であって、ブレーキタイミングに関する実験を説明する図である。

【図 17】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置の減速制御を説明する図であって、ブレーキタイミングに関する実験結果を示す図である。

【図 18】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置の減速制御を説明する図であって、減速時の減速巾と減速度との関係を示す図である。

【図 19】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置の減速制御を説明する図であって、減速開始速度と減速開始距離との関係を示す図である。

【図 20】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方

道路状況対応制御装置の減速制御を説明する図であって、減速度特性の実験結果を示す図である。

【図 21】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置における減速トルクの設定に関連する走行抵抗トルクの特性を示す図である。

【図 22】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置における減速トルクの設定に関連する重量勾配抵抗トルクの特性を示す図である。

【図 23】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置における減速トルクの設定に関連する運転者要求トルクの特性を示す図である。

【図 24】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置における減速トルクに応じたトルク調整要素の制御領域を示す図である。

【図 25】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置による減速制御のメインルーチンを示すフローチャートである。

【図 26】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置による減速制御の開始判定を説明する図である。

【図 27】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置による減速制御の開始判定を説明する図である。

【図 28】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置による減速制御の減速トルク算出ルーチンを示すフローチャートである。

【図 29】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置による減速制御の走行抵抗対応補正ルーチンを示すフローチャートである。

【図 30】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置による減速制御の運転者要求トルク対応補正ルーチンを示すフローチャートである。

【図 31】本発明の第 1 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置による減速制御のトルク制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 32】本発明の第 2 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置の要部構成を示すブロック図である。

【図 33】本発明の第 2 実施形態としての自動車の前方道路状況対応制御装置による減速制御のトルク制御ルーチンを示すフローチャートである。

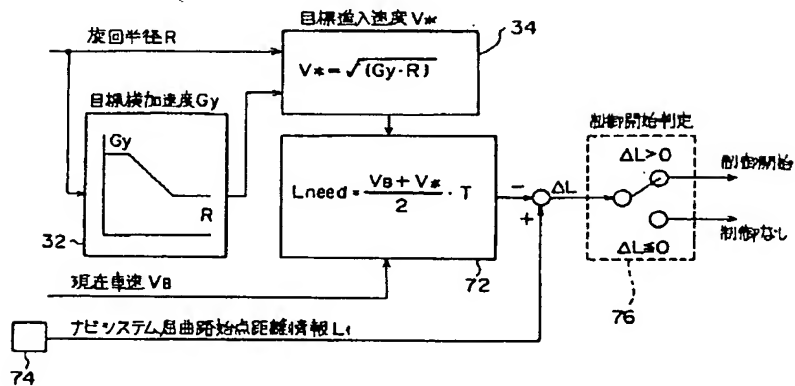
【符号の説明】

- 20 カーブ検出手段
- 21 サンプリング距離設定手段
- 22 曲率指標算出手段
- 23 カーブ判定手段
- 23A 補正手段
- 25 制御対象カーブ選択手段
- 30 目標車速設定手段
- 32 目標横加速度設定部

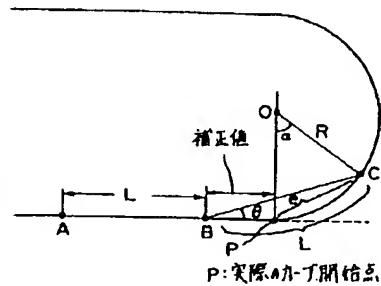
- 34 目標車速設定部
- 36 速度偏差算出部
- 40 トルク調整量設定手段
- 42 単純減速トルク設定手段
- 42A 減速度算出部
- 42B クリップ手段
- 42C 単純減速トルク算出部
- 42D エンジントルク換算部
- 44 走行抵抗対応補正手段
- 44A 加算部
- 45 定速走行トルク算出手段
- 45A 空気抵抗算出部
- 45B 重量勾配抵抗算出部
- 45C 加算部
- 46 運転者要求トルク対応補正手段
- 46A 運転者要求トルク推定手段
- 46B, 46C 重み付け部
- 46D 加算部
- 47 クリップ手段
- 48 制御手段(カーブ進入前減速用制御手段)
- 49 制御移行手段

- 50 ナビゲーションシステム
- 52 道路地図情報記憶手段
- 54 入力スイッチ(データ入力手段)
- 56 現在位置推定手段
- 58 最適経路選択・記憶手段
- 60 画面情報制御手段
- 62 ナビゲーション音声制御手段
- 70 制御開始・終了判定手段
- 72 制御開始距離設定部
- 74 残り距離算出部
- 76 制御開始・終了判定部
- 80 エンジン回転数センサ
- 81 アクセル位置センサ
- 82 GPS受信機
- 84 車速センサ(車速検出手段)
- 86 地磁気センサ
- 88 ジャイロコンパス
- 92 音声情報発生手段
- 96 自動変速機用電子制御装置(AT-ECU)
- 98 エンジン用電子制御装置(エンジンECU)

【図4】

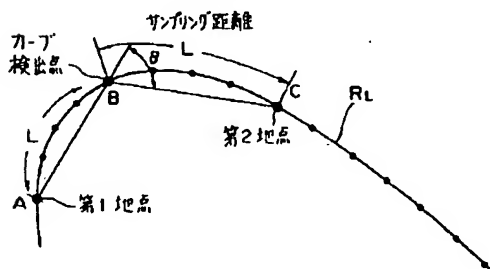


【図7】

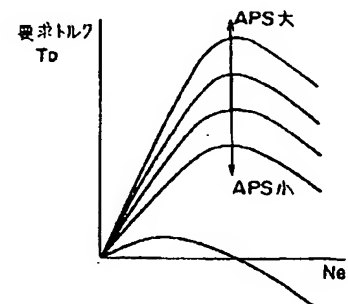
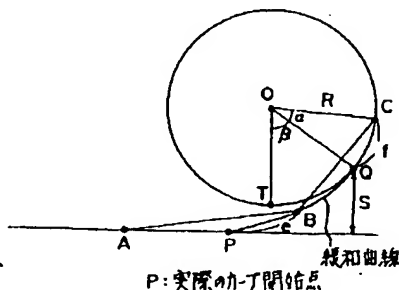


【図23】

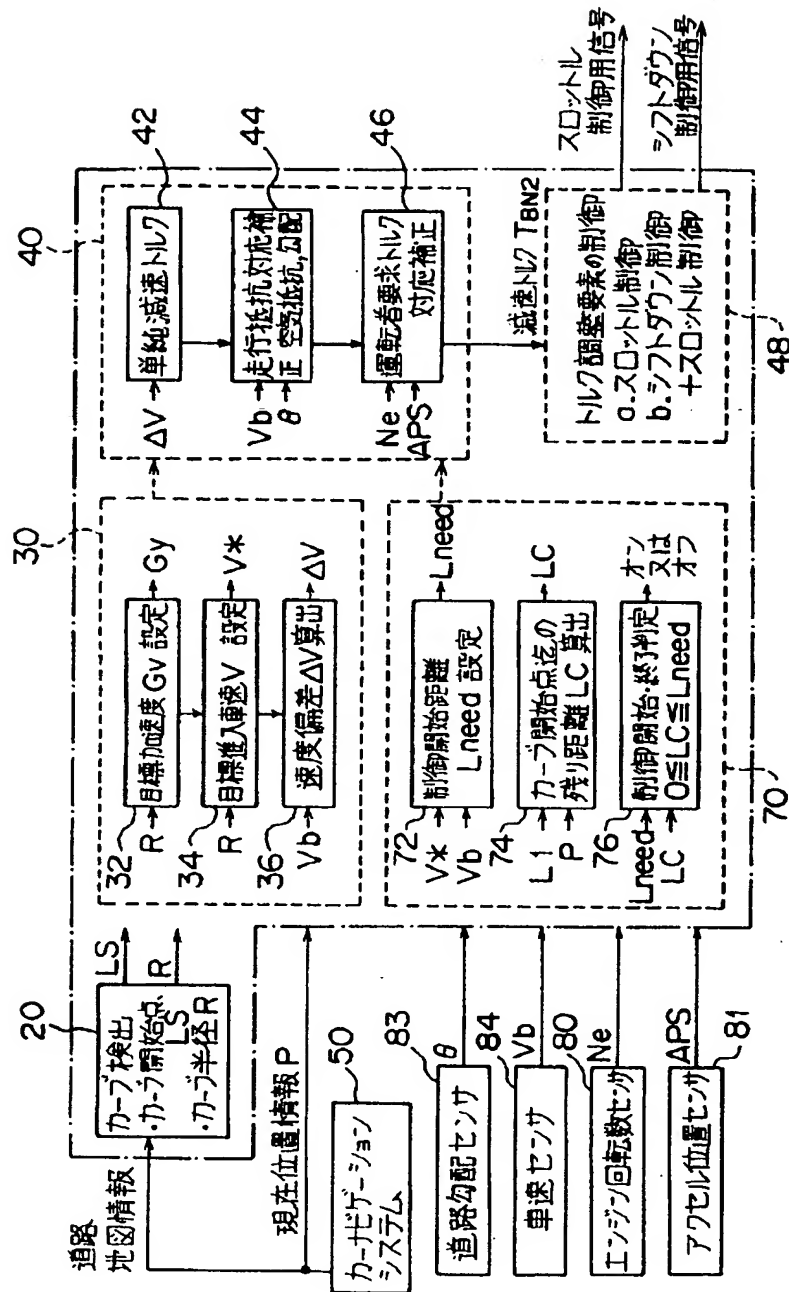
【図6】



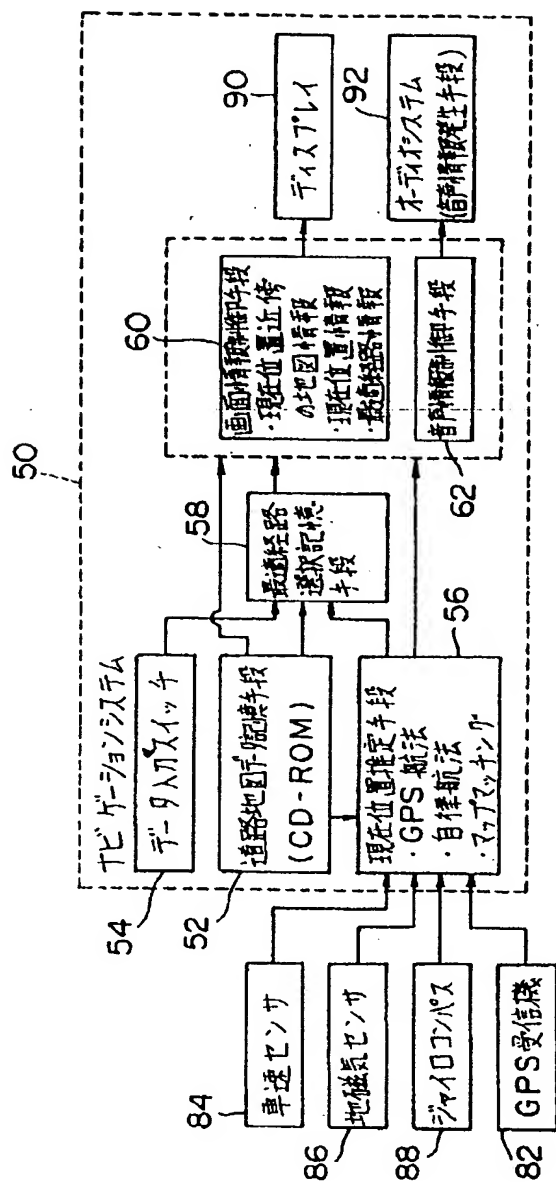
【図8】



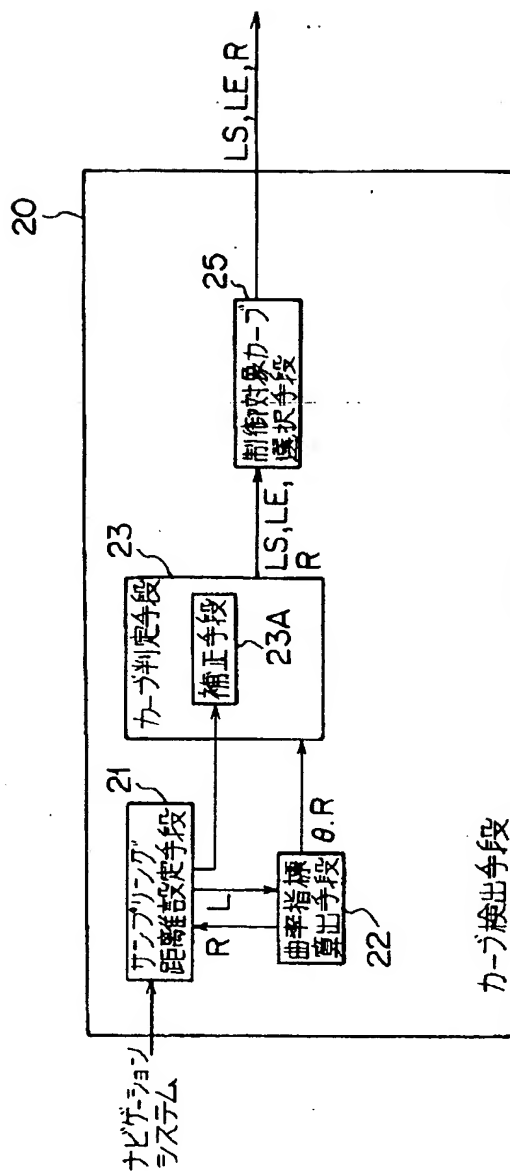
【図 1】



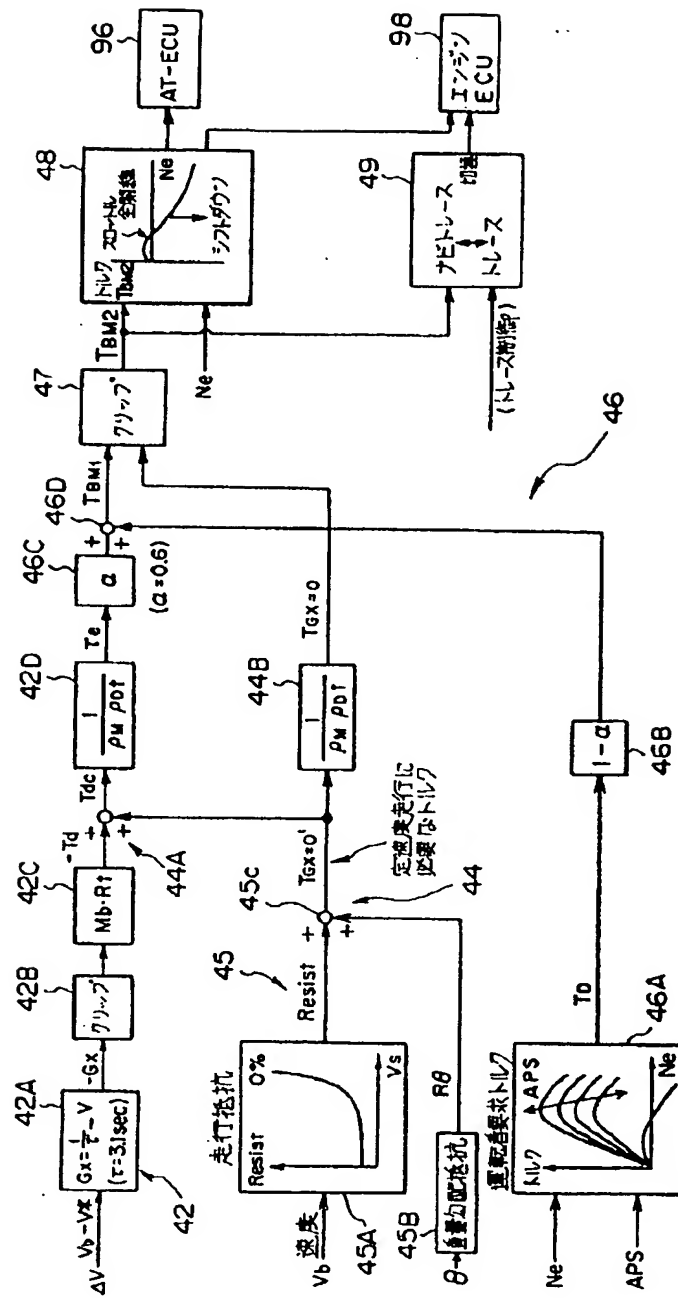
【図2】



【図3】



【図 5】



【図9】

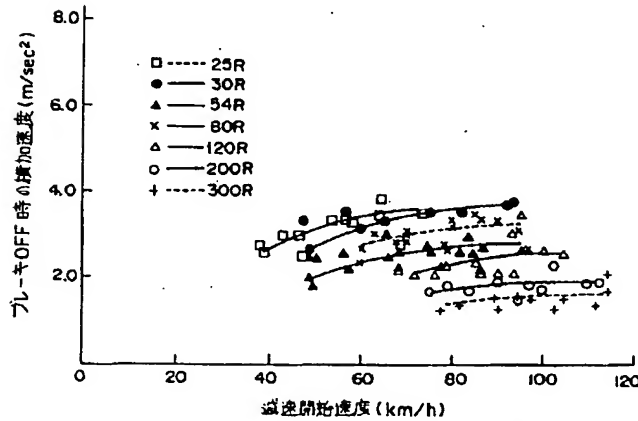
旋回半径値 (m)	20	30	50	70	100	150	200
偏差量 (m)	a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7

【図10】

旋回半径値 (m)	20	30	50	70	100	150	200
偏差量 (m)	b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7

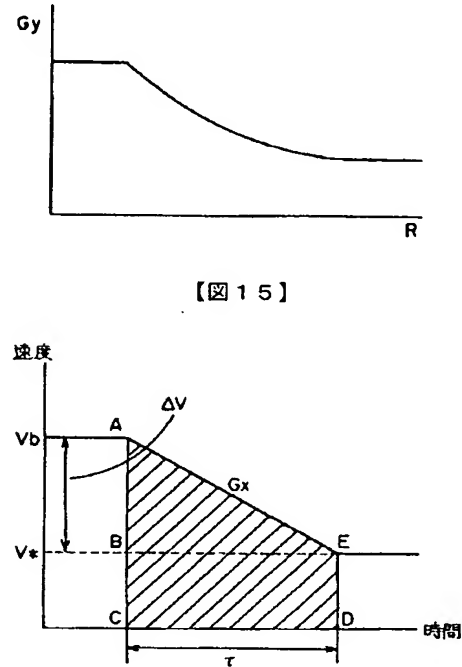
【図13】

【図11】



減速開始速度とブレーキOFF時の横加速速度の関係

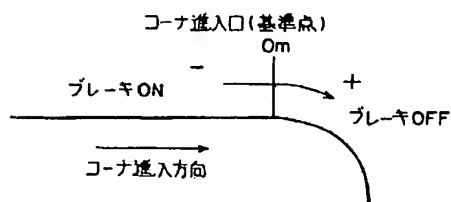
【図15】



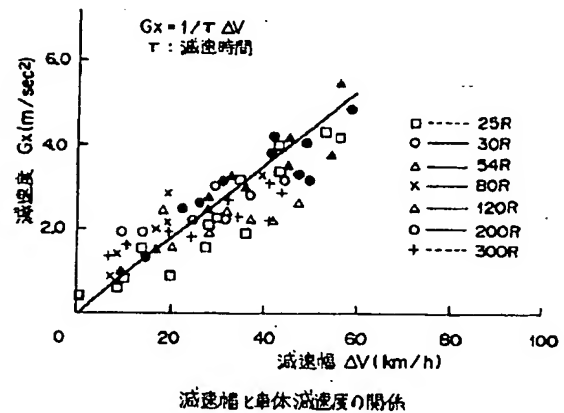
【図12】

R	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Gy	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.4	3.3	3.2	3.1	3.0
R	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145
Gy	2.9	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1
R	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205	210
Gy	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8
R	215	22	22	230	235	240	245	250	255	260	265	270	275
Gy	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
R	280	285	290	295	300	...							
Gy	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	...	以上すべて1.5でクリップ						

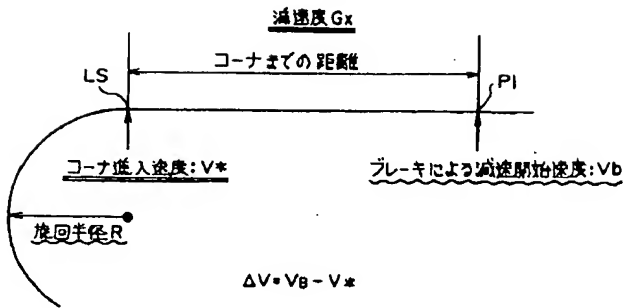
【図16】



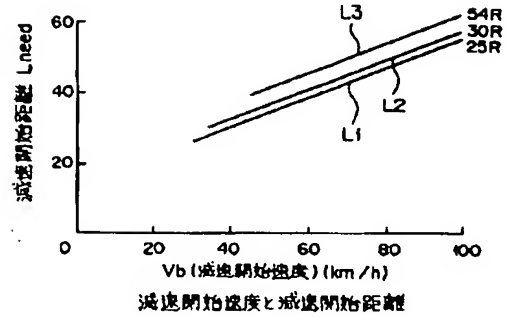
【図18】



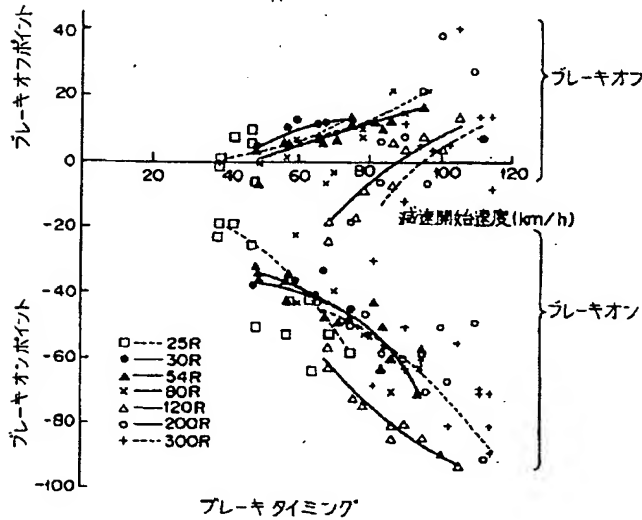
【図14】



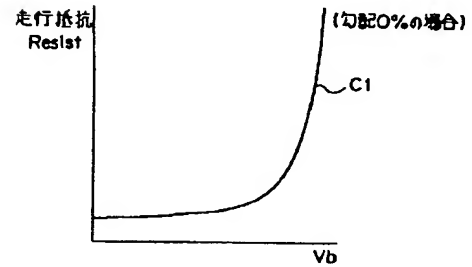
【図19】



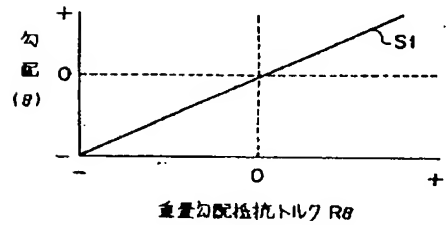
【図17】



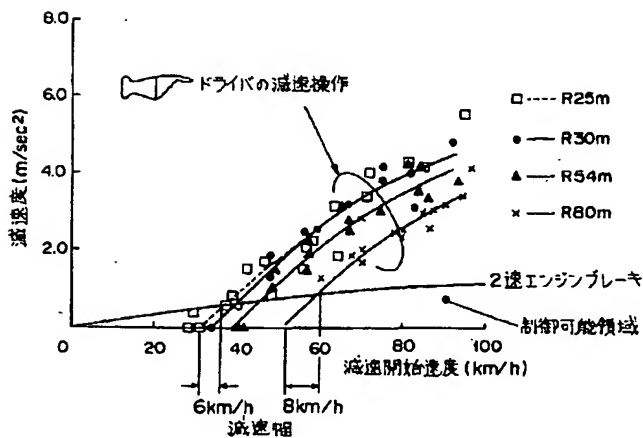
【図21】



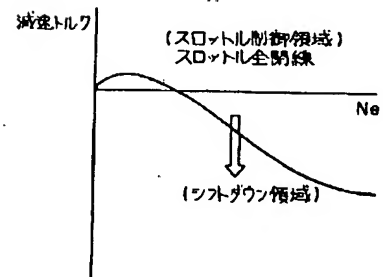
【図22】



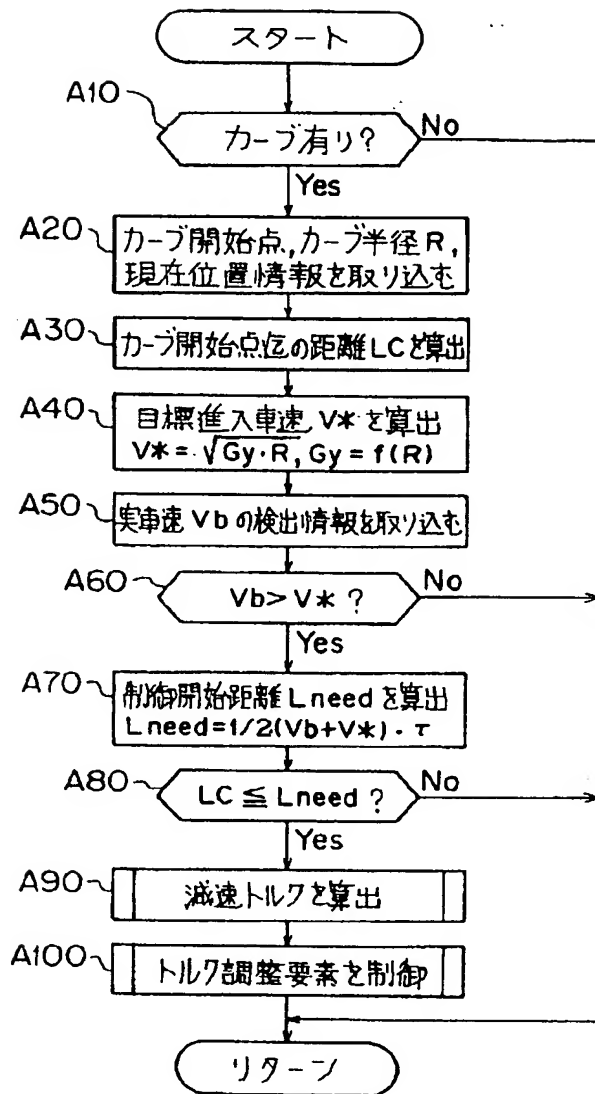
【図20】



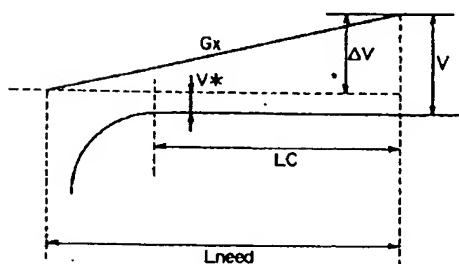
【図24】



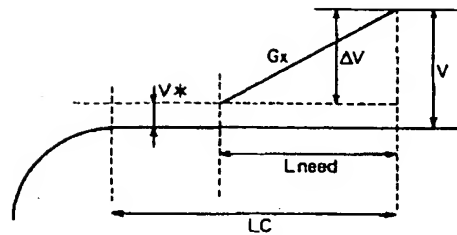
【図 25】



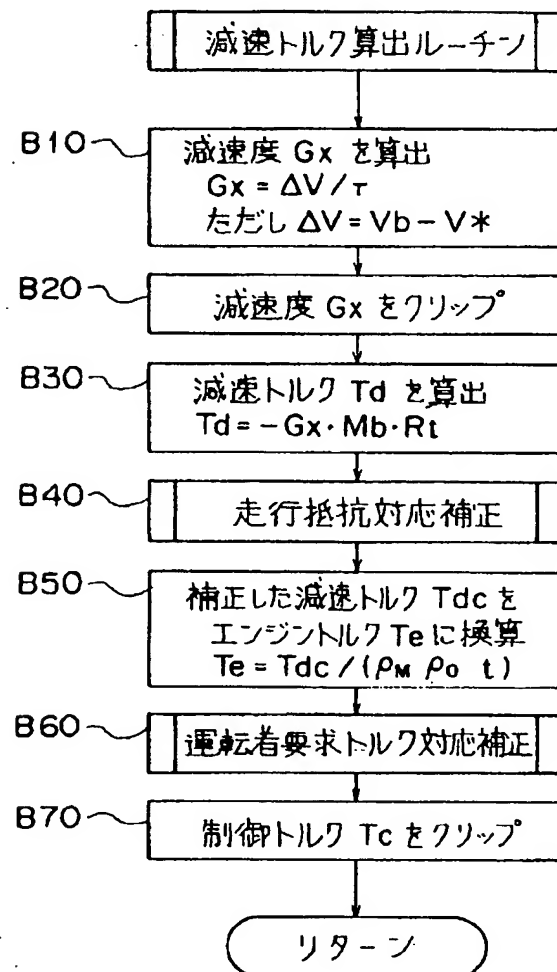
【図 27】



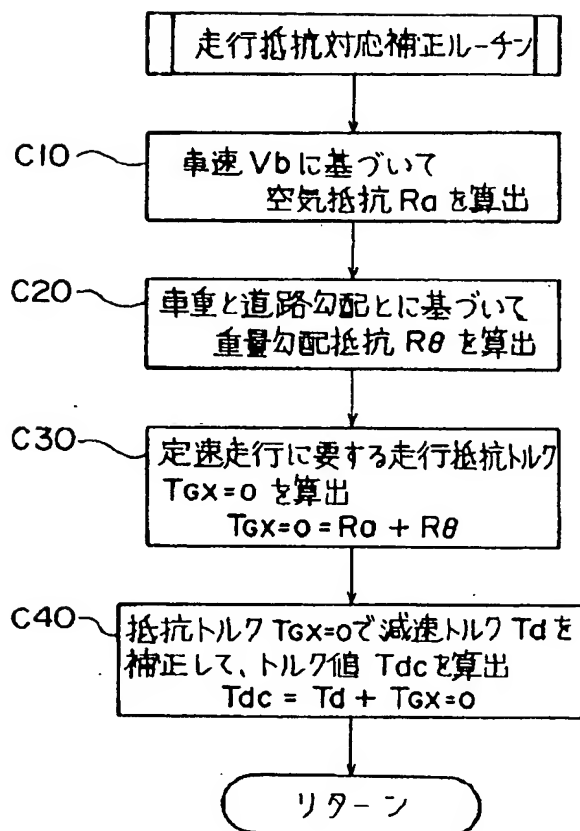
【図 26】



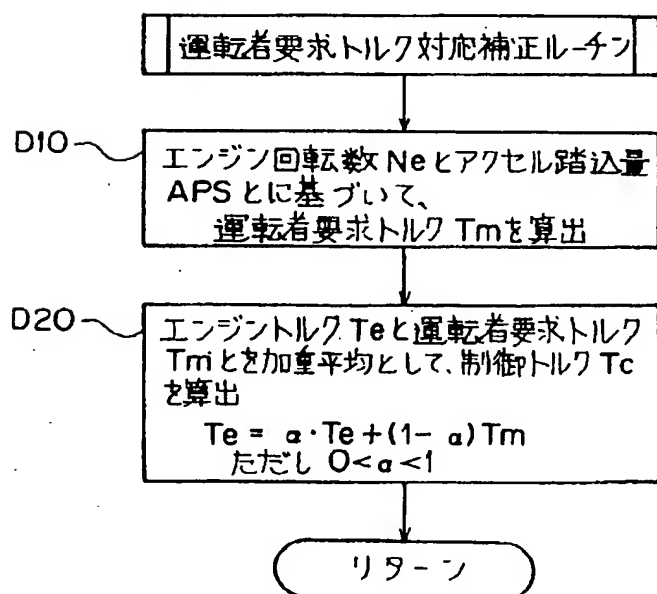
【図 28】



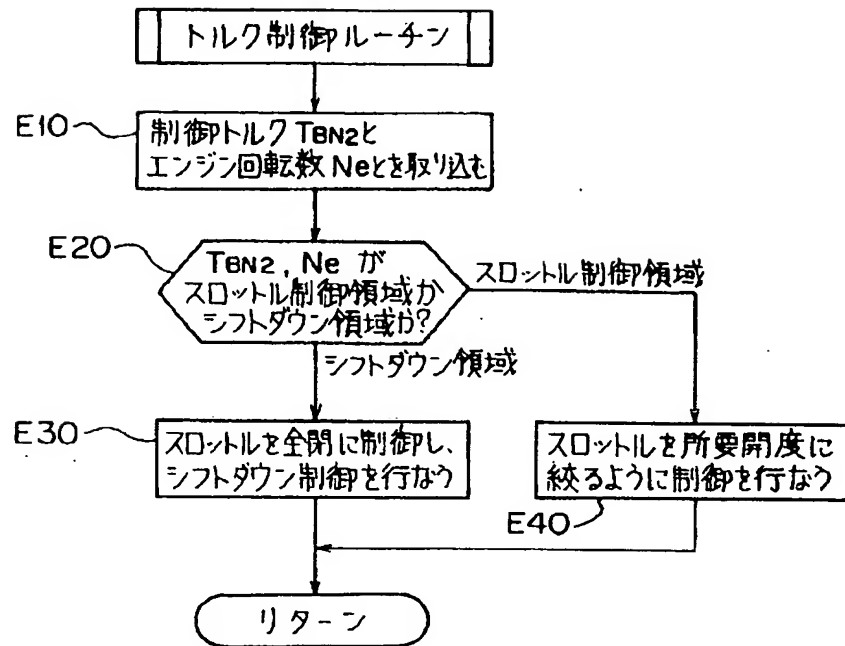
【図 29】



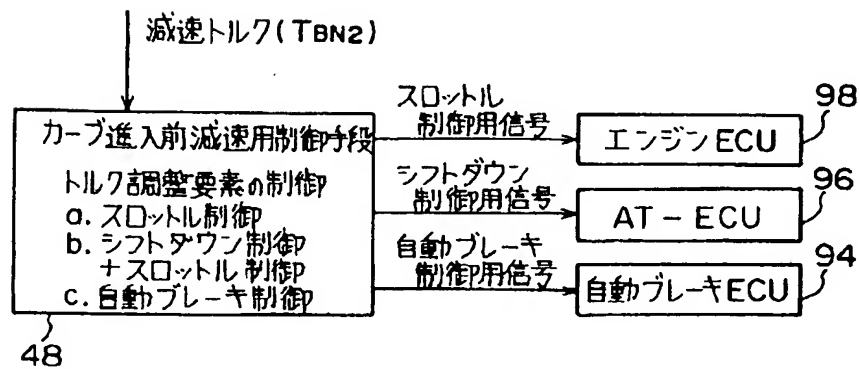
【図 30】



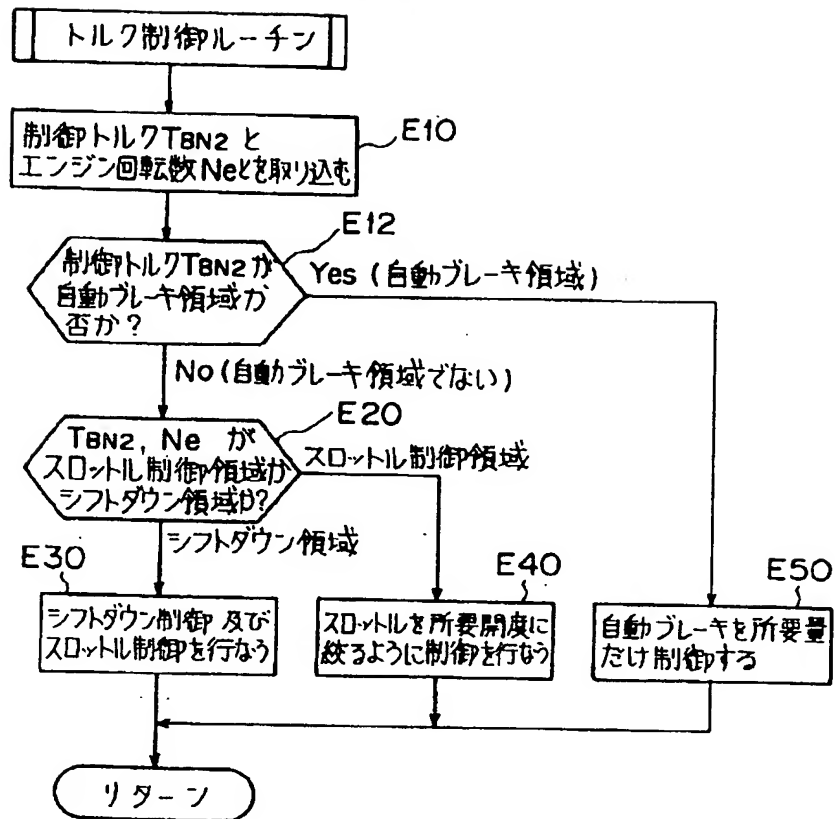
【図31】



【図32】



【図 33】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

G 0 8 G 1/16

// G 0 1 C 21/00

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 8 G 1/16

G 0 1 C 21/00

技術表示箇所

D

A